LA

MÉTROPHOTOGRAPHIE.

27423. — PARIS, IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
55, quai des Grands-Augustins.

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DE LA PHOTOGRAPHIE.
(CONFÉRENCES DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHOTOGRAPHIE.)

LA
MÉTROPHOTOGRAPHIE,

PAR

Le Colonel A. LAUSSEDAT,
Membre de l'Institut,
Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,
ÉDITEUR DE LA BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE,
55, Quai des Grands-Augustins.

1899

LA

MÉTROPHOTOGRAPHIE.

MESSIEURS,

Le sujet que je dois traiter devant vous n'appartient qu'indirectement à la Photographie. Je ne crains cependant pas de dire que, s'il ne constitue que l'une des applications de votre bel art, il n'est pas moins d'une grande importance pour beaucoup d'entre vous. J'espère vous le prouver, en m'excusant à l'avance de la sévérité du préambule dans lequel je serai obligé de vous retenir pendant quelque temps.

La Métrophotographie, selon l'étymologie du mot, est l'art de prendre des mesures à l'aide de la Photographie. Je me propose surtout de vous indiquer comment on peut employer les vues de monuments ou de paysages pour reconstituer les plans de ces monuments ou du terrain représenté par ces paysages.

Aussitôt après la divulgation de la découverte de Daguerre, Arago à la Chambre des députés et Gay-Lussac à la Chambre des pairs faisaient pressentir le parti que les architectes et les ingénieurs pourraient tirer de la perfection des images photographiques.

« Ces images, disait Arago, étant soumises aux règles de la Géométrie, permettront, à l'aide d'un petit nombre de données, de remonter aux dimensions exactes des parties les plus élevées, les plus inaccessibles des édifices. » Et plus loin :

« Nous pourrions parler de quelques idées qu'on a eues sur les moyens rapides d'investigation que le topographe pourra emprunter à la Photographie. »

J'aurais voulu, si le temps dont je dispose me l'eût permis, en remontant à cette époque déjà éloignée, vous faire l'historique des tentatives suggérées par cette dernière idée encore peu mûrie alors et qui n'ont abouti à aucun résultat vraiment pratique depuis la première invention des appareils panoramiques de forme cylindrique, remis en honneur dans ces derniers temps, soit avec le même dessein, soit pour produire des effets scéniques auxquels ils se prêtent beaucoup mieux, jusqu'aux combinaisons optiques plutôt curieuses que sérieuses de la planchette photographique du Dr Chevallier et du périgraphe instantané du colonel Mangin.

Dans les uns comme dans les autres de ces appareils, les propriétés de la perspective linéaire sur tableau plan si connues et si précieuses se trouvent entièrement sacrifiées, et dans les deux derniers l'anamorphose des images est tellement intolérable que l'on a peine à comprendre que des personnes d'un goût délicat, raffiné même, puisqu'on peut citer jusqu'à Viollet-le-Duc, aient pu patronner des expériences dont les résultats sont bien inférieurs à ceux que l'on obtient avec la chambre noire ordinaire la plus simple.

Pour vous mettre à même d'en juger, je vous montrerai des spécimens des épreuves empruntées aux deux auteurs que je viens de citer et qui appartiennent à la famille des *perspectives rayonnantes* dont le savant géomètre Puissant et le merveilleux dessinateur Bardin s'étaient occupés antérieurement à des points de vue différents.

En laissant de côté pour le moment les difficultés que présentait l'exécution des images daguerriennes, on doit reconnaître que c'est une préoccupation fort naturelle, celle des déformations produites par l'objectif, qui avait inspiré l'idée des appareils panoramiques, mais nous verrons bientôt que, grâce aux progrès de l'Optique, cette préoccupation a, depuis longtemps, cessé d'exister.

A peu près à la même époque, en 1844, j'avais l'occasion

de me servir d'une chambre claire ayant appartenu au savant architecte Caristie ([1]) qui, pendant sa longue carrière, en avait fait un fréquent usage pour opérer la restitution des monuments et dont un de mes amis, Auguste Bourgeois, son neveu et son élève, m'avait montré plusieurs œuvres intéressantes. J'en étais là quand, en 1846, la lecture du rapport d'Arago sur le voyage en Abyssinie de deux officiers d'État-Major, MM. Galinier et Ferret, publié dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes,* me déterminait à suivre le conseil de Beautemps-Beaupré qui y est consigné : recourir au paysage pour faire des reconnaissances topographiques bien documentées.

L'heure n'était pas encore venue de s'adresser couramment à la Photographie si commode à employer aujourd'hui, mais qui exigeait alors l'emploi d'une tente en toile noire impénétrable à la lumière, des manipulations délicates, en un mot, des *impedimenta* inadmissibles en campagne. Aussi n'hésitai-je pas à commencer mes essais avec la chambre claire qui est bien l'instrument le plus simple et le moins encombrant que l'on puisse imaginer.

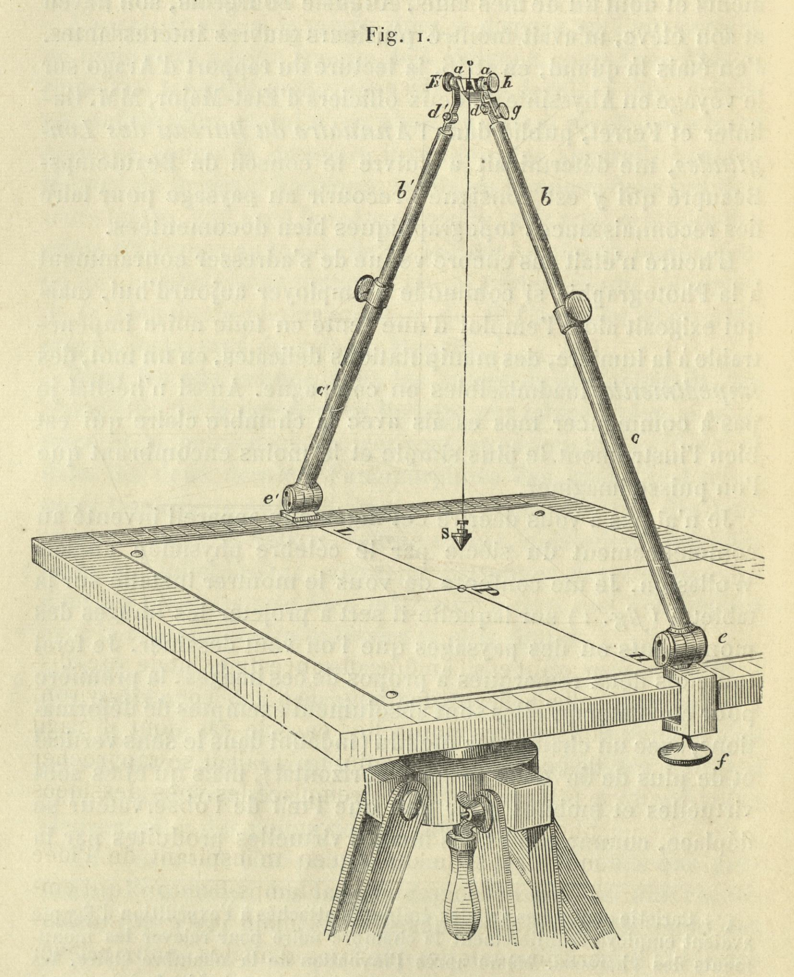
Je n'ai pas à vous décrire cet ingénieux appareil inventé au commencement du siècle par le célèbre physicien anglais Wollaston. Je me contente de vous le montrer installé sur la tablette (*fig.* 1) sur laquelle il sert à projeter les images des monuments ou des paysages que l'on veut dessiner. Je ferai toutefois deux remarques à propos de ces images : la première pour constater qu'elles sont absolument exemptes de déformations, avec un champ très étendu (indéfini dans le sens vertical et de plus de 60° dans le sens horizontal), mais qu'elles sont virtuelles et mobiles pour peu que l'œil de l'observateur se déplace, comme toutes les images virtuelles produites par la

---

([1]) Caristie et d'autres artistes éminents attachés à l'expédition d'Égypte avaient employé régulièrement la chambre noire pour relever les monuments des Pharaons. Même après l'invention de la chambre claire, les élèves de l'École des Beaux-Arts avaient continué par habitude à se servir de cet instrument un peu encombrant. Je pourrais citer, par exemple, l'habile dessinateur lithographe Tudot qui, pendant le règne de Louis-Philippe, exécutait ainsi des vues très intéressantes de monuments pour l'*Ancien Bourbonnais,* l'*Ancienne Auvergne* et le *Velay,* édités à Moulins par Desrosiers.

réflexion sur des miroirs plans; il a donc fallu créer un centre optique pour les maintenir à la même place sur la tablette, et ce centre (ou si l'on veut, pour nous conformer à la théorie de

Fig. 1.

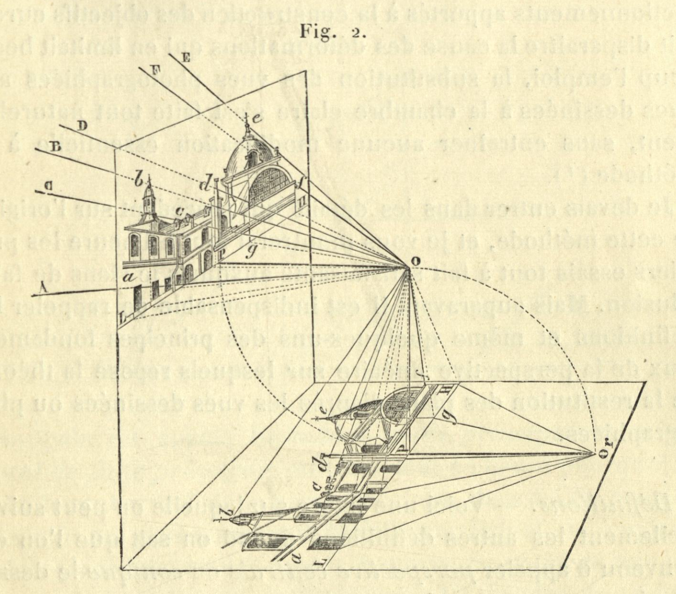


Gauss, ce point nodal) joue un rôle important dans les opérations que l'on effectue à l'aide de perspectives, puisqu'il occupe précisément la position du point de vue géométrique.

La seconde remarque a trait à la position du tableau relati-

vement au point de vue. L'effet des réflexions successives des rayons lumineux sur deux des faces du prisme dont est formée la chambre claire est de ramener sur la tablette horizontale, pour la dessiner aisément, l'image redressée du monument (*fig.* 2) ou du paysage telle qu'on la verrait sur un tableau vertical trans-

Fig. 2.



parent situé en avant et à la même distance du point de vue, distance qui est celle de la vue distincte, de $0^m,25$ à $0^m,30$ environ.

Ces conditions toutes naturelles dans le cas dont il s'agit sont aussi celles dont on a reconnu qu'il fallait se rapprocher autant que possible, quand on a remplacé les vues dessinées par des vues photographiées.

Il m'est donc permis de dire qu'en m'inspirant de l'idée féconde du célèbre hydrographe Beautemps-Beaupré qui employait des vues de côtes, dessinées à main levée et sur lesquelles il inscrivait quelques mesures d'angles, pour relever les contours de ces côtes [1], j'ai été conduit à faire à terre,

---

[1] Un officier supérieur du Génie de grand mérite, le colonel Leblanc, avait été le premier et peut-être le seul dans l'armée à appliquer la méthode de Beautemps-Beaupré jusqu'à cette époque.

avec des vues beaucoup plus exactes, dessinées à la chambre claire, des expériences qui ont servi non seulement à étudier et à arrêter les détails de la méthode nouvelle, mais à se rendre compte du degré de précision qu'elle comporte. Quand la Photographie fut devenue plus facile à pratiquer et que les perfectionnements apportés à la construction des objectifs eurent fait disparaître la cause des déformations qui en limitait beaucoup l'emploi, la substitution des vues photographiées aux vues dessinées à la chambre claire s'est faite tout naturellement, sans entraîner aucune modification essentielle à la méthode ([1]).

Je devais entrer dans les détails qui précèdent sur l'origine de cette méthode, et je vous montrerai tout à l'heure les premiers essais tout à fait satisfaisants auxquels je viens de faire allusion. Mais auparavant il est indispensable de rappeler les définitions et même quelques-uns des principes fondamentaux de la perspective linéaire sur lesquels repose la théorie de la restitution des plans d'après les vues dessinées ou photographiées.

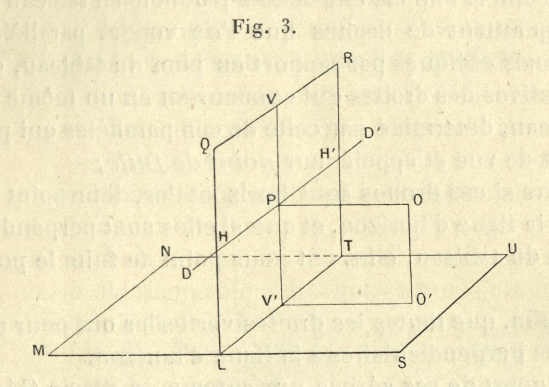
Définitions. — Voici une figure sur laquelle on peut suivre facilement les autres définitions quand on sait que l'on est convenu d'appeler *perspective centrale* ou *conique* le dessin laissé sur une surface interposée et provisoirement supposée transparente, par la rencontre de tous les rayons visuels allant du point de vue, c'est-à-dire de l'œil de l'observateur aux divers points de l'objet ou des objets perçus à travers cette surface qu'on nomme le *tableau*.

QRLT (*fig.* 3) est ce *tableau* que nous supposons plan et vertical; O le *point de vue,* OP la perpendiculaire abaissée de ce point sur le tableau dont la longueur est la *distance du point de vue au tableau;* le plan horizontal qui passe par le point de

([1]) On m'a fait dire que c'était d'après le conseil de Regnault que j'avais remplacé la chambre claire par la Photographie. C'est une erreur et la vérité est simplement que Regnault voulut bien m'admettre dans son laboratoire du Collège de France pour faire mes premiers essais et me guider dans le choix des procédés photographiques alors si difficiles à pratiquer.

vue s'appelle le *plan d'horizon* et sa trace HH′ sur le plan du tableau est la *ligne d'horizon;* le plan vertical qui passe par le point de vue est le *plan principal* de la perspective, sa trace sur le plan du tableau VV′ la *ligne principale,* et le point P qui est à l'intersection de la ligne d'horizon et de la ligne

Fig. 3.



principale est appelé lui-même *point principal* et même *point de fuite principal:* on verra tout à l'heure pourquoi.

La longueur OO′ de la perpendiculaire abaissée du point de vue sur un plan horizontal MNSU sur lequel on suppose qu'est placé l'observateur est la *hauteur du point de vue* au-dessus de la *station* O′; enfin la trace LT du plan du tableau sur ce plan horizontal inférieur s'appelle la *ligne de terre.*

Signalons encore les deux points D et D′ marqués sur la ligne d'horizon, de part et d'autre du point principal et tels que PD et PD′ sont égaux entre eux et à la distance OP du point de vue au tableau. On les désigne sous le nom de *points de distance* et les peintres en font un fréquent usage.

Telles sont les définitions qu'il était indispensable de vous rappeler pour me permettre d'employer sans hésitation le vocabulaire qui convient à mon sujet.

Principes. — Quant aux principes fondamentaux de la perspective linéaire que j'ai également besoin d'invoquer, je les énoncerai à peu près sans démonstration, faute de temps, en vous renvoyant au besoin aux traités spéciaux.

En partant de la définition même de la perspective que j'ai donnée plus haut et en continuant à supposer le tableau plan et vertical, vous voudrez donc bien admettre :

1° Qu'une droite a pour perspective une autre droite passant par le point où la première rencontre le tableau, ou parallèle à cette droite si elle est elle-même parallèle au tableau ;

2° Qu'autant de droites que l'on voudra parallèles entre elles, mais obliques par rapport au plan du tableau, ont pour perspectives des droites qui concourent en un même point de ce tableau, déterminé par celle de ces parallèles qui passe par le point de vue et appelé leur *point de fuite;*

3° Que si ces droites sont horizontales, leur point de fuite est sur la ligne d'horizon, et que si elles sont perpendiculaires au plan du tableau, elles ont pour point de fuite le point principal ;

4° Enfin, que toutes les droites verticales ont pour perspectives des perpendiculaires à la ligne d'horizon.

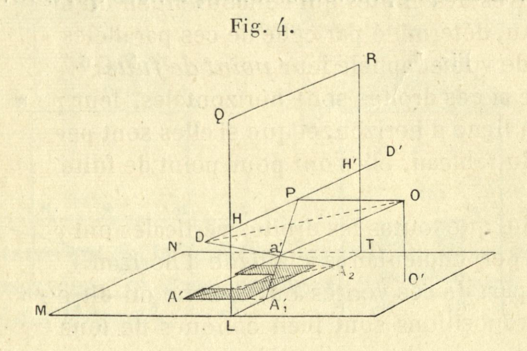
La plupart de ces vérités ou, comme on dit en Géométrie, de ces propositions sont bien connues de tous ceux qui ont cherché à se rendre compte des aspects que présentent de longues allées d'arbres, les bords d'une route ou d'un canal rectilignes, les rues droites d'une ville ou d'un village, les grands monuments aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur. Les règles qui en découlent sont appliquées journellement par les artistes dans la composition de leurs tableaux, mais il n'est pas moins certain que la Photographie a contribué à les vulgariser en fixant, en toutes circonstances, avec une grande fidélité, ces effets de la perspective.

Je me bornerai même, comme moyen de démonstration, à projeter quelques vues de monuments et de paysages dans lesquels figurent des habitations et des avenues qui les manifestent de la manière la plus frappante.

Ce qui caractérise le choix que j'ai dû faire, c'est l'existence de nombreuses lignes droites pour la plupart verticales ou horizontales que l'on retrouve, en effet, dans presque tous les édifices construits de main d'homme, et c'est pourquoi il importe tant de conserver les appareils ordinaires qui fournissent des images conformes aux règles de la perspective.

Restitution du plan et des élévations d'un monument à l'aide d'une seule perspective. — Je n'ai pas abusé jusqu'à présent de la théorie et de figures purement géométriques, mais je suis bien obligé d'y recourir pour vous donner une idée précise des applications importantes que l'on peut faire des propriétés de la perspective linéaire à la restitution plus ou moins complète du plan et des élévations d'un monument, au moyen d'une seule vue dessinée ou photographiée. J'expo-

Fig. 4.



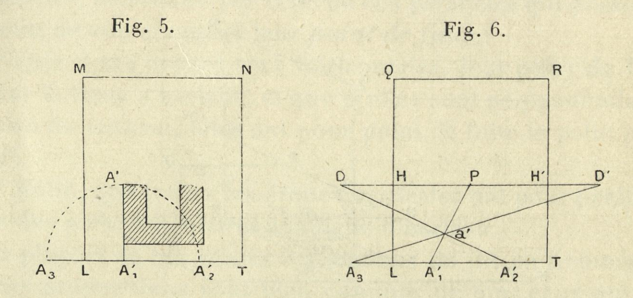
serai d'abord le principe fondamental de la mise en perspective d'un édifice dont on a le plan et les élévations dessinés à une échelle déterminée.

Le plan ou *géométral* MNLT (*fig.* 4) étant supposé placé en contact avec le tableau LTQR le long de la ligne de terre, si l'on considère un point quelconque A′ de ce plan pour en chercher la perspective sur le tableau, il suffira d'abaisser la perpendiculaire $A'A'_1$ sur la ligne de terre et de joindre A'_1 au point principal P pour avoir la perspective de cette perpendiculaire sur laquelle se trouve celle du point. D'un autre côté, si l'on porte sur la ligne de terre, de A'_1 en A'_2, la distance $A'A'_1$ du point considéré à cette ligne de terre et que l'on joigne $A'A'_2$, cette dernière ligne sera l'hypoténuse d'un triangle rectangle dont les deux autres côtés sont égaux; mais le triangle formé par les points O, P, D est dans le même cas et, à cause de leurs positions respectives, l'hypoténuse OD est parallèle à $A'A'_2$. Par conséquent, le point de distance D est le point de fuite de la perspective de $A'A'_2$ et A'_2D est cette

perspective. Le point a' où se croisent les deux perspectives A'_1P et A'_2D de $A'A'_1$ et de $A'A'_2$ est donc la perspective du point A' considéré.

Dans la pratique, on place à côté l'un de l'autre le géométral MNLT et le tableau QRLT qu'il suffit d'examiner attentivement pour voir comment s'effectue la construction (*fig.* 5 et 6).

Avant d'aller plus loin, nous tirerons de ce procédé de construction si simple plusieurs conséquences qui trouvent aussi

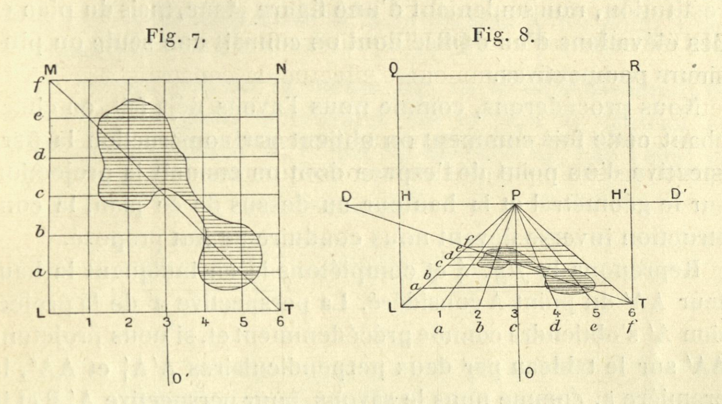


leur application en *Iconométrie*, si l'on nous permet de donner ce nom à l'inverse de la perspective en général, qualifiée par les Allemands de celui de *Bildmesskunst*.

Concevons le géométral recouvert, en tout ou en partie, d'un canevas ou quadrillage analogue à celui qu'emploient les peintres pour agrandir leurs dessins et qu'ils qualifient de *craticulation*.

Soient MNLT (*fig.* 7) le géométral quadrillé et LTQR (*fig.* 8) le tableau; portons sur la ligne de terre du tableau les divisions L — 1, 1 — 2, 2 — 3, etc., prises sur celles du géométral et L*a*, *ab*, *bc*, etc., du côté LM qui, leur étant égales, tomberont sur les premières. Joignons les points de division au point principal P, les lignes de ce faisceau seront les perspectives indéfinies des perpendiculaires à LT sur le géométral. Joignons enfin le point 6 au point de distance D, nous aurons ainsi la perspective de la diagonale 6*f* du géométral et les intersections de cette ligne avec celles du faisceau précédent détermineront les perspectives des parallèles à LT du géométral passant par

a, b, c, d, etc. Celles-ci, après avoir été tracées, accuseront sur le tableau la déformation de plus en plus prononcée des carrés, à mesure qu'ils s'éloignent du bord inférieur ou de la



ligne de terre qui est la seule sur laquelle les vraies grandeurs sont conservées; et c'est pourquoi on lui donne le nom d'*échelle des largeurs*.

Applications. — Imaginons que sur le géométral soient tracés les bords d'un lac; rien ne sera plus facile que d'en obtenir la perspective en se servant comme repères des lignes fuyantes et des parallèles à la ligne de terre du tableau qui sont les perspectives des perpendiculaires et des parallèles à la ligne de terre du géométral. C'est ce qui a été fait sur la *fig.* 8, et la comparaison de la perspective et du plan fait juger de la déformation qui, on le pressent, sera d'autant plus grande que la ligne d'horizon sera plus rapprochée de la ligne de terre ou, pour mieux dire, que le point de vue sera moins élevé au-dessus du niveau du lac, car, il convient de le faire remarquer dès à présent, la hauteur du point de vue au-dessus du géométral n'est pas nécessairement, comme on serait disposé à le croire, celle de la taille de l'observateur. Tout ce que nous venons de démontrer est, en effet, indépendant de la distance verticale du géométral au point de vue, en sorte que ce géométral peut même être situé aussi bien au-dessus qu'au-dessous du point de vue. Nous en verrons bientôt des exemples.

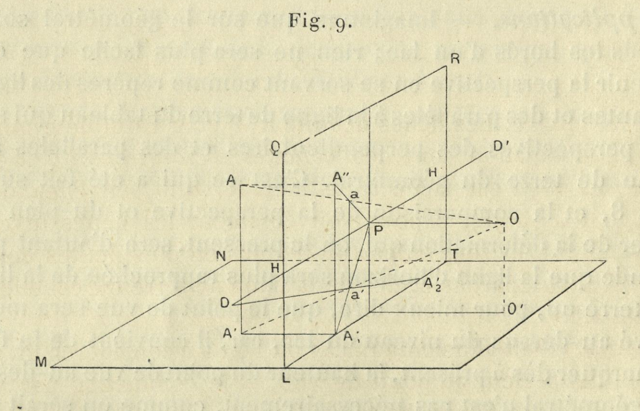
Perspective d'un point quelconque dont on connaît la projection horizontale et la hauteur au-dessus du géométral. — Revenons au problème le plus général, celui de la restitution, non seulement d'une figure plane, mais du plan et des élévations d'un édifice dont on connaît une seule ou plusieurs perspectives.

Nous procéderons, comme nous l'avons déjà fait, en cherchant cette fois comment on obtient par construction la perspective d'un point de l'espace dont on connaît la projection sur le géométral et la hauteur au-dessus de ce plan, la construction inverse devant nous conduire au but proposé.

Reprenons la *fig.* 4 et complétons-la en indiquant la hauteur AA′ du point A considéré. La perspective a' de la projection A′ s'obtiendra comme précédemment et, si nous projetons AA′ sur le tableau par deux perpendiculaires $A'A'_1$ et AA″, la première a, comme nous le savons, pour perspective A'_1P et la seconde aura évidemment pour perspective A″P.

Mais, d'un autre côté, $A''A'_1$ est la hauteur du point A ramené en vraie grandeur sur le tableau; enfin la perspective

Fig. 9.



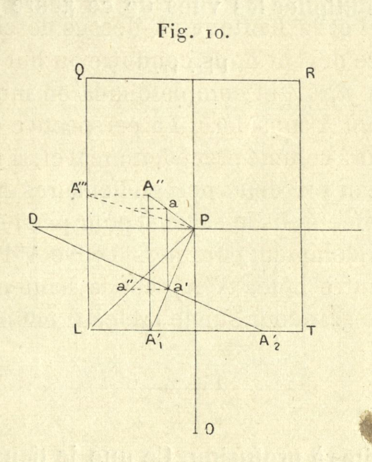
de AA′, passant par le point a' perspective de A′, est une verticale dont la rencontre avec A″P donne la perspective a du point considéré. aa' est donc la perspective de AA′; d'où la construction facile à suivre sur la *fig.* 9.

La construction inverse serait tout aussi facile à exécuter, si,

étant donnée une vue dessinée ou photographiée (*fig.* 10) sur laquelle on considérerait une verticale aa' arrêtée au *plan de terre* en a', on demandait la vraie grandeur de la droite AA′ dont elle est la perspective et la projection A′ du point A sur le géométral.

On remarquera sur la même *fig.* 10 le décroissement de la hauteur du point représentée sur le plan du tableau en vraie grandeur par $A''A'_1$ et qui est devenue aa' par l'effet de

Fig. 10.



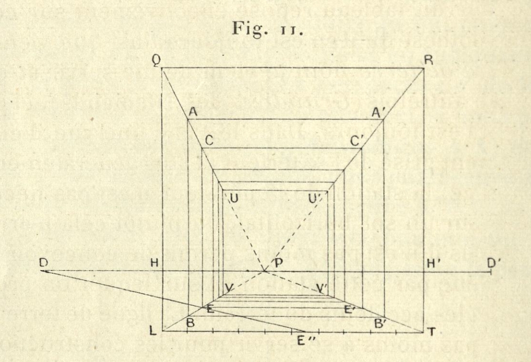
la perspective. Les lignes de fuite A'_1P et $A''P$ qui déterminent cette dégradation sont des *échelles d'éloignement* et cette dénomination est facile à justifier. Il suffit, en effet, de se reporter à la *fig.* 8 pour voir comment les lignes fuyantes se trouvent divisées en parties de plus en plus petites correspondant aux parties égales de la ligne de terre ou échelle des largeurs.

Mais j'ai fait allusion aux cas où l'on a à considérer un géométral supérieur au point de vue, et je commence par vous présenter une figure théorique des plus simples qui montre immédiatement comment les peintres doivent procéder pour mettre en place une vue intérieure comme celle d'une galerie, d'une nef d'église, etc.

LTQR (*fig.* 11) étant toujours le tableau, si l'artiste veut éviter la monotonie d'une vue symétrique qui serait prise dans

l'axe de la galerie ou de la nef, le point principal ne sera pas placé au milieu de la ligne d'horizon et l'effet qui en résultera sera celui que l'on voit sur la figure. A peine ai-je besoin de dire que le géométral supérieur serait, dans ce cas, un plafond. Je mets d'ailleurs sous vos yeux une vue tout à fait analogue de la *Galerie de François Ier, à Fontainebleau,* et une autre de la *Galerie des Glaces à Versailles* où le plafond est remplacé par une voûte, mais où les quatre lignes fuyantes se retrouvent, et je pourrais multiplier les vues de ce genre que la Photo-

Fig. 11.



graphie a produites à profusion. Ce que je tiens à vous faire remarquer, c'est, en premier lieu, qu'il suffit de mesurer la largeur de l'une de ces galeries pour déterminer les dimensions de toutes ses parties. Supposons que cette largeur soit de 10m et divisons LT en dix parties égales ; on pourra aussitôt avec cette échelle mesurer la hauteur du pilastre représenté par LQ sur le plan même du tableau et les éloignements successifs des pilastres suivants, celui de CE par exemple, en joignant le point de distance D au point E de l'échelle des éloignements et en prolongeant DE jusqu'en E″ ; LE″ sera l'éloignement cherché.

Je ne crois pas nécessaire d'entrer dans d'autres détails, car je sais par expérience avec quelle rapidité un dessinateur exercé parvient à exécuter une restitution parfaite de l'architecture des faces latérales d'une galerie comme l'une de celles que vous venez de voir et qui ne sont pas toujours identiques

dans toute leur étendue. Pour ce motif même, il peut être nécessaire de se placer dans l'axe de la galerie pour donner la même importance aux deux faces.

Ligne de terre. — Je profiterai de l'occasion qui se présente pour bien préciser le sens de cette expression de *ligne de terre,* en perspective. Dans le cas actuel, en effet, c'est-à-dire quand l'opérateur, peintre ou photographe, est installé sur un sol parfaitement horizontal, dallage ou plancher, le bord inférieur du tableau repose effectivement sur ce sol, et c'est de l'hypothèse qu'il en est toujours ainsi que viennent les noms de *plan de terre* dont je viens de me servir et qui était très employé autrefois (*Grundriss* des Allemands), et de *ligne de terre* qui l'est toujours. Dans le cas d'une vue d'ensemble d'un monument prise de l'extérieur et plus généralement d'une vue de paysage, la station de l'opérateur n'est pas nécessairement située sur un sol horizontal, ou plutôt cela n'arrive que rarement, mais il n'est pas moins permis de concevoir un plan horizontal mené par cette station et sur lequel on projette le monument et les accidents du terrain. La ligne de terre dont on ne continue pas moins à se servir pour les constructions géométriques devient alors tout à fait conventionnelle, car, en réalité, le bord inférieur du tableau peut s'élever au-dessus ou descendre bien au-dessous d'elle. Il suffit de jeter les yeux sur des photographies prises en pays de montagnes ou simplement dans une ville dont le terrain est accidenté, pour se rendre compte de l'importance qu'il y a à ne pas confondre le bord inférieur du tableau avec la ligne de terre théorique.

Je n'aurais pas le temps d'examiner ici les différentes circonstances dans lesquelles on peut se trouver en présence d'un monument dont on veut prendre une ou plusieurs vues pour en déduire le plan et les élévations.

La plus simple est celle où l'on ne cherche qu'à obtenir l'élévation de la façade principale et où le terrain étant sensiblement de niveau en avant, on trouve un reculement suffisant pour embrasser tout le monument dans le champ du tableau. Ces vues de faces qui conservent les proportions de l'architecture vous sont bien connues et je n'ai pas besoin d'insister

sur les précautions à prendre pour conserver le parallélisme des lignes verticales de l'édifice.

Les parties dont la saillie est prononcée, colonnes, pilastres détachés, corniches, frontons, etc., sont plus ou moins légèrement déplacées par la perspective, mais les architectes chargés des restitutions ne sont jamais embarrassés pour corriger, au besoin, ces effets généralement peu sensibles.

On trouve énumérés dans les plus anciens auteurs qui se sont occupés surtout d'architecture, par exemple dans le Traité d'Androuet du Cerceau, les cas des vues de face, des vues de côté, des vues sur l'angle, etc., qui ne présentent en somme aucune difficulté particulière. Je me contenterai donc de mettre sous vos yeux deux exemples qui suffiront, je pense, à vous montrer que le problème de l'Iconométrie monumentale est des plus simples.

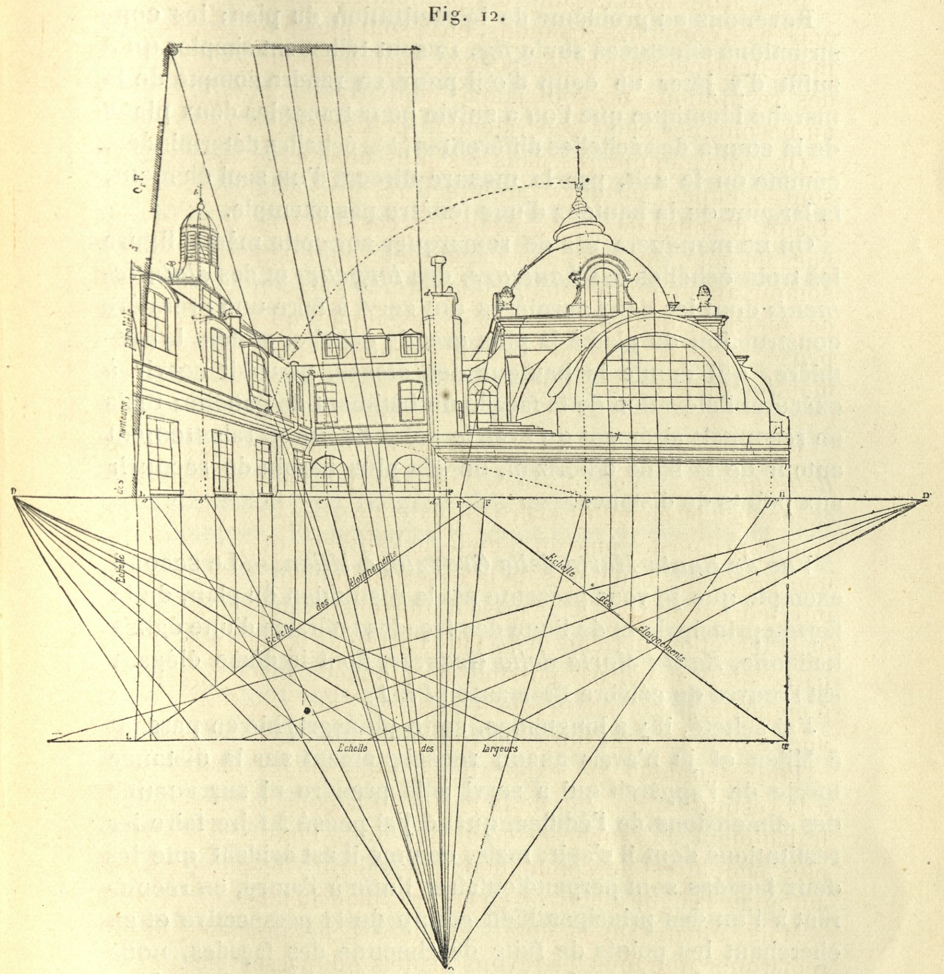
Vue d'une partie des bâtiments de Panthemont, rue de Bellechasse. — Voici d'abord l'un des plus anciens dessins exécutés à la chambre claire (il date de 1850) sur lequel on voit, d'un côté, le dôme du temple de Panthemont et, de l'autre, une partie des bâtiments de la caserne donnant sur une cour intérieure. Cette vue a été prise d'une fenêtre au premier étage de la Direction du Génie et il a fallu l'arrêter à la ligne d'horizon, parce qu'il n'était pas possible de plonger dans la cour. Cela n'empêche pas d'ailleurs de s'en servir pour y construire des angles et pour y mesurer des longueurs ou des hauteurs.

Pour simplifier les explications, nous nous en tiendrons à la restitution du plan de la partie de la cour comprise entre le bâtiment de gauche et celui du fond. Pour y arriver, le plus simple est de commencer par rabattre le point de vue autour de la ligne d'horizon en O sur le plan du tableau (*fig.* 12).

Mais auparavant et d'une manière générale nous ferons remarquer que tous les rayons visuels qui passent par la perspective considérée peuvent être projetés sur le plan de l'horizon rabattu et, par conséquent, tous les angles compris entre les plans verticaux qui contiennent ces rayons visuels sont obtenus ainsi immédiatement, c'est-à-dire sans lecture, comme sur la planchette.

Remarquons encore que les longueurs des lignes de visée en projection horizontale étant de $0^m,30$, au moins, on est

Fig. 12.



Réduction $\frac{1}{5}$ de l'original.

dans le même cas que si l'on opérait les mesures d'angles avec un cercle qui aurait $1^m,80$ de circonférence. Aussi quand on compare, en se servant d'un rapporteur, les angles obtenus

graphiquement avec les angles mesurés au moyen d'un cercle divisé donnant la minute, ne trouve-t-on aucune différence.

Revenons au problème de la restitution du plan; les constructions effectuées sur la *fig.* 12 sont tellement simples qu'il suffit d'y jeter un coup d'œil pour se rendre compte de la marche identique que l'on a suivie pour tracer les deux plans de la cour à des échelles différentes [1], échelles déterminées, comme on le sait, par la mesure directe d'un seul élément, la largeur ou la hauteur d'une fenêtre par exemple.

On ne manquera pas de remarquer sur cette même figure les trois échelles des *hauteurs*, des *largeurs* et des *éloignements* dont les deux dernières ont servi à faire une première construction du plan à la plus grande échelle, et dont la première, qui donne la hauteur des étages, pourrait servir à exécuter l'élévation de la façade du bâtiment de gauche; mais on reconnaît aisément qu'avec le point de vue en rabattement autour de la ligne d'horizon, on n'a plus besoin de recourir aux points de distance.

Vue de Santa Maria delle Grazzie, à Milan. — Le second exemple que je vous présente est la restitution du plan, de la façade principale et de l'une des façades latérales d'une église italienne, *Santa Maria delle Grazzie,* dont le dôme élégant est l'œuvre du célèbre Bramante (*Pl. I*).

J'ai acheté, il y a longtemps, cette photographie en passant à Milan et je n'avais aucun renseignement sur la distance focale de l'appareil qui a servi à la prendre ni sur aucune des dimensions de l'édifice, quand j'ai pensé à faire faire les restitutions dont il s'agit; mais, comme il est évident que les deux façades sont perpendiculaires l'une à l'autre, en recourant à l'un des principes bien connu de la perspective et en cherchant les points de fuite de chacune des façades, nous sommes en état de restituer le point de vue ou la station, c'est-

---

[1] Il n'y a que l'un de ces plans sur la figure précédente, mais il serait facile d'en tracer d'autres à différentes échelles, comme nous l'avions fait à la conférence.

à-dire de déterminer la distance focale de l'objectif. En effet, les deux lignes droites qui vont du point de vue aux points de fuite de chacune des façades, lesquels déterminent la ligne d'horizon, forment un angle droit et, par conséquent, en concevant ce point de vue rabattu autour de la ligne d'horizon et joint aux deux points de fuite, en vertu d'un théorème de Géométrie élémentaire, ce point doit se trouver sur la demi-circonférence décrite avec la distance des deux points de fuite comme diamètre. C'est cette construction qui est effectuée sur la figure, et en admettant, ce qui est très probable, que le point principal de la perspective est au milieu de la largeur de la photographie, on achève la détermination de la position du point de vue rabattu.

Nous pouvions donc commencer la construction du plan en suivant la marche indiquée précédemment, mais il nous manquait l'élément nécessaire pour déterminer l'échelle de ce plan. Il a donc fallu faire une hypothèse qui a consisté à admettre pour l'un des pilastres de la façade principale une hauteur déduite du nombre des assises de briques qu'on y peut compter. Évidemment il serait bien préférable de connaître la distance focale de l'objectif de l'instrument et de mesurer un élément convenable sur l'édifice, et nous ne saurions trop, dans l'intérêt de tous, recommander aux opérateurs d'inscrire sur leurs clichés ces données essentielles; mais j'ai voulu vous montrer qu'en leur absence on pouvait encore utiliser des photographies bien faites. La question de l'échelle, en particulier, ne doit pas empêcher d'effectuer les restitutions. Pour *Santa Maria delle Grazzie,* par exemple, nous avons sûrement commis une légère erreur; aussi, en adoptant l'échelle de $\frac{1}{400}$, avons-nous eu le soin de la qualifier d'*échelle approximative,* sauf à la rectifier si nous avions une occasion de nous procurer l'élément qui nous manquait (*Pl. I*).

Je n'insisterai pas sur la manière de fixer sur le papier la position du sommet de l'angle droit des deux façades d'après la distance du point de vue à l'arête du pilastre d'angle sur la ligne d'horizon, en tenant compte de l'échelle choisie. Ce problème se résout par une règle de trois que tout le monde

sait appliquer. Il est évident, d'un autre côté, que les directions des deux façades sur le plan sont respectivement parallèles aux côtés de l'angle droit qui a son sommet au point de vue et aboutissant aux deux points de fuite.

Le reste de la construction du plan ne présente aucune difficulté, mais je dois m'arrêter pendant quelques instants au procédé, d'ailleurs également très simple, à employer pour obtenir à l'échelle du plan (ou à une autre échelle) les hauteurs des différents points de l'édifice dont on a besoin pour dessiner les élévations ou pour coter les plans.

La *fig.* 13 permet de bien se rendre compte de ce procédé. O étant le point de vue, QRQ'R' le tableau, HH' la ligne d'horizon, VV' la ligne principale, enfin OO' la hauteur du point de vue au-dessus de la station, si nous supposons le plan construit par la méthode précédente et disposé en avant du tableau en MNM'N' (pour éviter de compliquer la figure, nous avons admis que ce plan était posé sur le sol, c'est-à-dire au niveau de la station); en considérant un point quelconque A d'un monument ou d'un paysage, sa perspective a déterminée par la rencontre du rayon visuel OA et du tableau, enfin le point a''_1 qui en est la projection horizontale sur le plan, à l'échelle adoptée, on voit aisément comment on obtient la différence de niveau D_n du point A et du plan de l'horizon, et par suite la hauteur de ce point par rapport à la station.

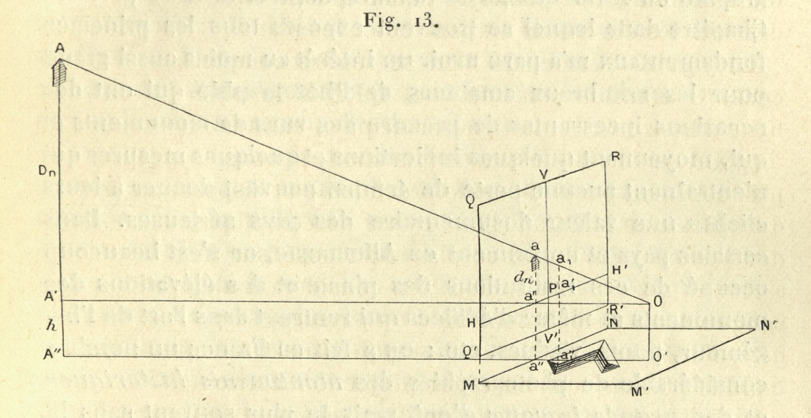
En abaissant la perpendiculaire aa' sur la ligne d'horizon et en menant Oa' dans le plan de l'horizon, cette ligne prolongée rencontrera en A' la verticale AA'' du point A. Les deux triangles semblables OAA' et Oaa' donneront donc la proportion $\frac{D_n}{d_n} = \frac{OA'}{Oa'}$ dans laquelle la différence de niveau D_n est seule inconnue. En effet, aa' ou d_n peut être mesuré en millimètres sur le dessin ou la photographie, $Oa' = O'a''$ se mesurera sur le plan toujours en millimètres et OA' est représenté par $O'a''_1$ sur ce même plan, mais en tenant compte de l'échelle pour l'exprimer en mètres. Supposons, par exemple, que l'on trouve $aa' = d_n = 0^m,060$; $Oa' = O'a'' = 0^m,324$ et $O'a''_1 = 0^m,275$, l'échelle étant supposée de $\frac{1}{200}$, d'où résulte

que $OA' = 55^m$, on aura

$$D_n = \frac{d_n}{Oa'} \times OA' = \frac{60}{324} \times 55^m = 9^m,41.$$

Mais le point de vue est situé à une hauteur h au-dessus de la station. Supposons $h = 1^m,50$ qui est la hauteur habituelle des instruments, qu'il convient de mesurer exacte-

Fig. 13.



ment, la différence de niveau du point A et de la station sera $D_n + h = 9^m,41 + 1^m,50 = 10^m,91$.

Je n'ai pas craint de donner ces détails, inutiles sans doute pour ceux qui ont eu déjà l'occasion de pratiquer, mais sûrement nécessaires pour les autres. Ils me dispenseront de revenir sur la question du nivellement en général, quand nous nous occuperons plus spécialement de la construction des plans topographiques.

Ce que l'on vient de voir suffit d'ailleurs pour faire parfaitement comprendre comment, avec le plan d'un édifice comme *Santa Maria delle Grazzie* et l'unique photographie sur laquelle se trouvent deux façades, il a été facile de restituer le profil du dôme en quelque sorte point par point et les justes proportions des autres détails des deux façades elles-mêmes.

Les dessins que je vous présente et dont vous ne manquerez pas de remarquer l'excellente exécution ont été faits en douze

heures de travail en tout, pour la partie purement géométrique par un dessinateur exercé et pour la partie artistique par un architecte de talent. Ceux qui ont eu à faire des levers de bâtiments apprécieront aisément les merveilleux avantages de la Photographie.

En annonçant une conférence sur la Métrophotographie, j'avais sans doute surtout en vue l'application de la Photographie au lever des plans topographiques, mais ce premier Chapitre dans lequel se trouvent exposés tous les principes fondamentaux m'a paru avoir un intérêt au moins aussi grand pour les nombreux amateurs de Photographie qui ont des occasions incessantes de prendre des vues de monuments et qui, moyennant quelques indications et quelques mesures qui n'entraînent aucune perte de temps, peuvent donner à leurs clichés une valeur documentaire des plus sérieuses. Dans certains pays et notamment en Allemagne, on s'est beaucoup occupé de ces restitutions des plans et des élévations des monuments et même d'édifices qui rentrent dans l'art de l'ingénieur, ponts, viaducs, etc.; on a fait en France un nombre considérable de photographies des *monuments historiques* et des *grands travaux d'art*, mais le plus souvent sans la préoccupation d'y inscrire les données nécessaires pour procéder à ces restitutions. Il m'a semblé tout à fait à propos de signaler ces omissions en même temps que j'indiquais les règles très simples à suivre pour atteindre un but dont on ne saurait contester la très grande utilité.

Plans topographiques levés à l'aide de la Perspective. — J'arrive maintenant à la construction des plans topographiques d'après les perspectives du terrain dessinées ou photographiées, de deux stations au moins et en général de stations d'autant plus nombreuses qu'il s'agit d'un lever d'une plus grande étendue.

Principe général. — On suppose que le même terrain soit bien découvert de deux stations convenablement choisies et dont on connaît la distance et la différence de niveau. Cette

base étant rapportée sur une feuille de dessin, à l'échelle que l'on juge à propos d'adopter, sur les deux vues prises de chacune des stations sur lesquelles la ligne d'horizon et le point principal sont tracés, et la distance du point de vue au tableau étant exactement déterminée, on rabattra le point de vue autour de la ligne d'horizon, on reconnaîtra ensuite sur les deux vues les mêmes points remarquables du terrain, dont les positions relatives sont nécessairement différentes, et l'on inscrira le même numéro d'ordre auprès des points sûrement identifiés. De chacun de ces points situés au-dessus ou au-dessous de la ligne d'horizon on mènera des perpendiculaires sur cette ligne et l'on joindra tous les pieds de ces perpendiculaires au point de vue rabattu.

Or nous savons que sur les feuilles de dessin ainsi préparées se trouvent tracés et réduits à l'horizon les angles compris entre les différents points identifiés, et, pour les personnes familiarisées avec l'emploi de la planchette, rien n'est plus simple que de les faire concourir à la détermination de ces points en partant des deux extrémités de la base, qui sont les positions des deux stations sur le plan à construire. Il suffit, en effet, d'orienter convenablement les deux faisceaux des rayons visuels projetés horizontalement et de chercher les points d'intersection de ceux de ces rayons qui deux à deux passent par les mêmes points.

Je mets sous vos yeux deux des plus anciennes expériences auxquelles a été soumise la méthode en question; elles remontent, en effet, à l'année 1850 et ont été faites sur des vues dessinées à la chambre claire devant le Mont-Valérien et devant le fort de Vincennes [*fig.* 14 (1)]; elles furent d'ailleurs tout aussi concluantes l'une que l'autre, les différents points déterminés en opérant à l'échelle de $\frac{1}{1000}$ s'étant trouvés coïncider exactement avec ceux qui leur correspondaient sur des calques de plans levés par les méthodes les plus rigoureuses, à la même échelle.

Il me reste à dire un mot de l'orientation de chacune des

(1) Nous nous contenterons de donner ici les vues et le plan du fort de Vincennes.

vues par rapport à la base; mais il ne faudrait jamais avoir entendu parler d'opérations topographiques pour ne pas

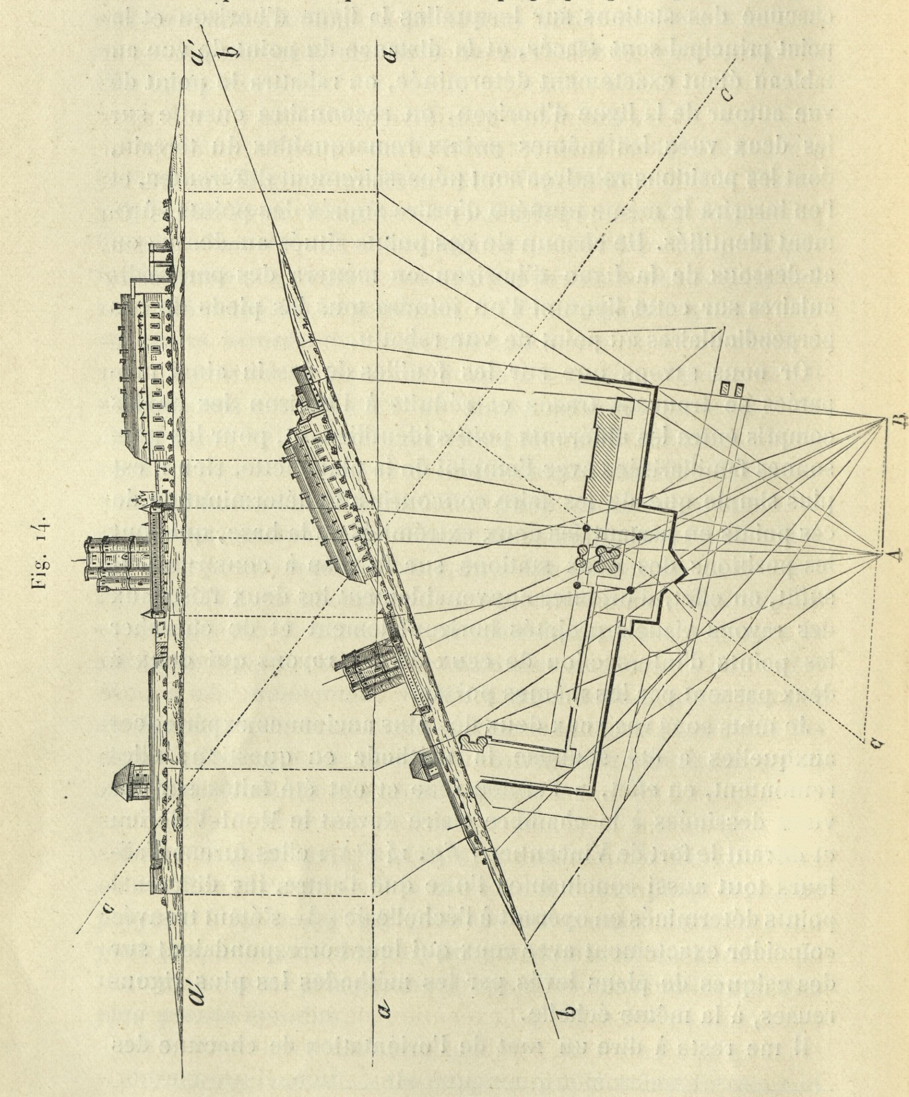


Fig. 14.

deviner qu'il a suffi, à chaque station, de mesurer l'angle compris entre la direction de cette base et l'un des points

remarquables qui doivent figurer sur les deux vues, par exemple le sommet du paratonnerre du donjon de Vincennes, pour rapporter ce point sur le plan, puis de faire passer ensuite les projections des rayons visuels correspondants sur les deux vues par ce point.

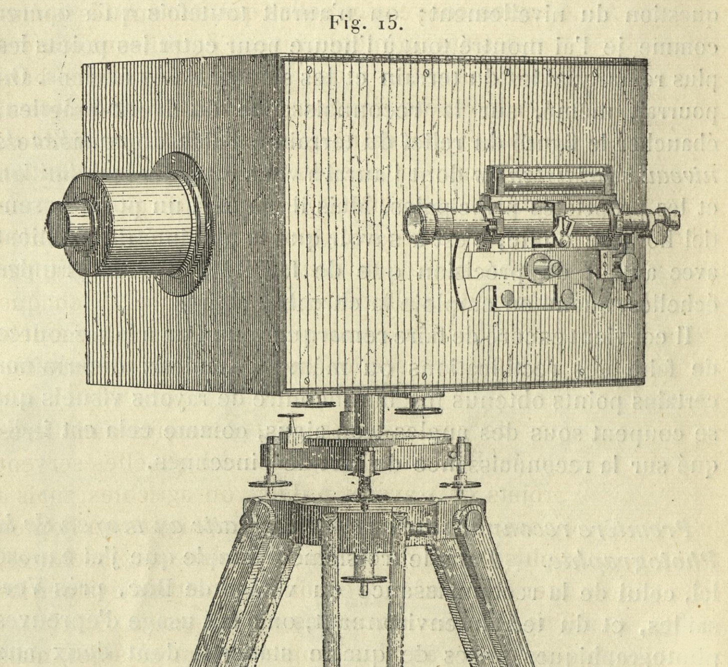
Dans les deux exemples que je viens de citer, il n'est pas question du nivellement; on n'aurait toutefois qu'à opérer comme je l'ai montré tout à l'heure pour coter les points les plus remarquables du terrain et les sommets des édifices. On pourrait même, sur la reconnaissance du Mont-Valérien, ébaucher le figuré du relief du terrain à l'aide de *courbes de niveau équidistantes* dont j'aurai à vous rappeler la définition et les propriétés principales. Mais il y a déjà un point essentiel hors de doute, c'est à savoir que la planimétrie s'obtient avec autant de précision que de facilité à d'assez grandes échelles, quand on emploie la chambre claire.

Il convient encore de faire remarquer que l'on a la ressource de faire des rectifications ou même de mieux déterminer certains points obtenus par la rencontre de rayons visuels qui se coupent sous des angles trop aigus, comme cela est indiqué sur la reconnaissance du fort de Vincennes.

Première reconnaissance complète faite au moyen de la Photographie. — Dans le troisième exemple que j'ai exposé ici, celui de la reconnaissance du village de Buc, près Versailles, et du terrain environnant, on a fait usage d'épreuves photographiques prises de quatre stations, dont deux aux extrémités d'une base mesurée de $334^{m},80$ et les deux autres rattachées aux premières par une triangulation et par des angles de pente qui ont servi à calculer les différences de niveau. La chambre noire, dont l'objectif avait une distance focale de $0^{m},50$ et un champ qui dépassait à peine 30°, avait été construite avec beaucoup de soins par Brunner et portait les organes nécessaires à l'exécution de ces opérations préliminaires, à savoir un cercle azimutal et une lunette munie de deux fils micrométriques tournant autour d'un axe horizontal sur un arc de cercle vertical; enfin, à l'intérieur et sur les quatre côtés de la coulisse du châssis, des *repères recti-*

fiables composés de petites lames triangulaires très aiguës destinées à laisser leur empreinte sur l'épreuve et à fixer matériellement deux points de la ligne d'horizon et deux de la ligne principale. Voici une vue de cet appareil (*fig.* 15) qui montre qu'il s'agit bien du type primitif des instruments

Fig. 15.



désormais en nombre indéfini désignés sous les noms de *photothéodolites*, de *photogrammètres*, de *phototachéomètres*, etc.

L'expérience dont je vous présente les résultats (*Pl. II*) date du printemps de 1861. Les opérations sur le terrain ont été faites dans une après-midi, en présence des officiers de la division du Génie de la garde impériale. Les épreuves, du format de 24 × 30, étaient obtenues sur collodion humide (ce qui avait exigé la construction d'une tente spéciale doublée d'une

étoffe noire très épaisse) et ne laissaient rien à désirer, comme vous pouvez vous en convaincre encore aujourd'hui. Le plan fut construit en trois ou quatre jours et soumis à des vérifications qui en firent reconnaître la complète exactitude.

Vous remarquerez sans doute que le relief du terrain est figuré par des *sections horizontales équidistantes*, c'est-à-dire par des lignes conventionnelles qui suivent les ondulations du sol en restant au même niveau et qui sont étagées les unes au-dessus des autres à des intervalles égaux en hauteur. Ces lignes, je le répète, sont purement conventionnelles ; elles n'existent pas et par conséquent ne sont pas visibles, mais on peut imaginer un moyen de les réaliser sur un modèle topographique en relief que l'on placerait dans une cuve où l'on ferait arriver de l'eau dont on arrêterait l'écoulement en réglant son niveau de centimètre en centimètre par exemple, ou même de millimètre en millimètre. A chaque repos, ce niveau de l'eau tracerait précisément sur le modèle ce que nous appelons une section horizontale ou une *courbe de niveau*.

Les propriétés de ces courbes sont devenues familières aujourd'hui, non seulement aux ingénieurs à qui elles servent à étudier les projets de travaux publics ou agricoles, mais à tous ceux qui consultent les cartes topographiques où l'on en fait de plus en plus usage, de préférence même aux hachures, pour représenter le relief du terrain, permettre d'évaluer les pentes dans tous les sens, tracer des profils, etc.

Je n'insisterai donc pas plus longtemps sur ce sujet, mais ce qui nous intéresse immédiatement, c'est ce fait que la Photographie, en reproduisant fidèlement les formes du terrain (avec les modifications dues à la perspective), donne en définitive des indications précises que l'on sait interpréter et auxquelles on peut recourir autant qu'on le veut. Les cotes de niveau isolées que l'on détermine par la méthode générale étant supposées assez nombreuses, en consultant les différentes photographies qui représentent un même terrain, on y trouve les mêmes guides pour le tracé des courbes de niveau que si l'on se transportait aux stations d'où ont été prises les photographies.

Simulacre de siège du Mont-Valérien par la division du Génie de la garde. — Cette expérience du lever de Buc avait été jugée tellement concluante, que la division du Génie de la garde n'hésitait pas à employer la méthode photographique, dès l'automne suivant, pour faire la reconnaissance du Mont-Valérien pendant un simulacre de siège de cette forteresse.

Toutefois, au lieu du collodion humide qui exigeait, comme nous l'avons dit, un attirail assez gênant, on adopta le papier ciré sec, et l'officier très exercé qui avait pris une part des plus actives aux opérations, M. le lieutenant, depuis lieutenant-colonel Sabouraud, a eu l'extrême obligeance de me remettre, il n'y a pas longtemps, plusieurs des épreuves obtenues par ce procédé qu'employait, à la même époque, et avec le plus grand succès, dans les hautes montagnes, un ancien officier du Génie, Aimé Civiale, dont les études photographiques et géologiques dans les Alpes ne sont pas aussi connues qu'elles le mériteraient.

Peu de temps après, dès les premiers mois de 1863, un autre officier du Génie, M. le capitaine, depuis commandant Javary, était désigné pour poursuivre nos expériences ou plutôt pour appliquer la méthode photographique à des reconnaissances de plus en plus étendues. M. Javary s'est acquitté de cette tâche avec le plus grand succès, en opérant d'abord aux environs de Paris, puis en Savoie, dans le Dauphiné, aux environs de Toulon, sur le plateau de Langres, enfin dans les Vosges [1], et je pourrais encore rappeler les épreuves prises pendant le siège de Paris, dont je vous présente un spécimen obtenu de l'observatoire du Dr Gruby, à Montmartre.

La construction des objectifs ayant déjà fait de notables progrès, M. Javary en profita pour augmenter le champ de l'appareil en réduisant la distance focale de $0^m,50$ à $0^m,30$ et

---

[1] Le maréchal Niel, alors ministre de la guerre, avait fait donner l'ordre au capitaine Javary d'étudier les principaux passages d'Alsace en Lorraine, avec la préoccupation d'y faire construire des ouvrages de défense; mais on sait que cette précaution si simple a été malheureusement négligée, en dépit de l'insistance du maréchal dont la mort, en 1869, fut un si grand malheur.

même à $0^m,27$, c'est-à-dire à cette même distance de la vue distincte qui s'était imposée avec la chambre claire et qui est bien aussi la plus convenable quand on emploie la Photographie.

Les motifs de cette identification de la distance focale des appareils et de la distance de la vue distincte sont très nombreux; il suffit de faire quelques essais de tracé des plans à l'aide de photographies pour s'en convaincre. La plupart sont d'ordre physiologique, les opérations que nous pratiquons, examen des détails d'une vue, lecture de chiffres, dessin, etc., dépendant immédiatement de notre taille, de la puissance de nos organes, qui nous imposent, dans ce cas comme dans bien d'autres, des limites plus précises qu'on ne serait tenté de le supposer tout d'abord ([1]).

Je ne saurais vous faire parcourir en détail la liste des travaux de M. Javary, dont je me borne à vous montrer deux spécimens qui vous en feront apprécier l'importance, mais j'ajoute que jusqu'en 1865 ou même jusqu'en 1867, où le grand plan de Faverges, en Savoie, avait été exposé au Champ-de-Mars, l'art dont nous nous occupons n'avait encore été pratiqué et n'était même bien connu dans aucun autre pays ([2])

([1]) Je pourrais, d'un autre côté, renvoyer le lecteur à l'excellente étude de M. le commandant Colson sur la *Perspective en Photographie*.

([2]) On avait bien fait usage de la Photographie dans plusieurs circonstances à la guerre, par exemple pendant la campagne de Crimée (1853-1855) où les Anglais opéraient avec une équipe très bien organisée, mais avec un matériel fort encombrant. Deux enseignes, MM. Bandow et Dawson, sous la direction du capitaine Foulke, étaient chargés de ce service et envoyèrent de nombreuses photographies à Londres, au ministre de la guerre, Lord Panmure, qui les consultait en même temps que les rapports pour se rendre compte des différentes actions de guerre qu'elles reproduisaient en partie. Il ne s'agissait là toutefois que de vues pittoresques, remplaçant avantageusement les dessins ou les croquis, que l'on pouvait consulter utilement, mais sur lesquelles on ne prenait aucune mesure précise. La Photographie n'entra pas moins dès lors comme un auxiliaire précieux dans la pratique courante et elle fut enseignée notamment aux ingénieurs militaires, employée en 1857-1858 pendant l'insurrection dans l'Inde, dans la guerre de Chine en 1860, pendant la campagne en Abyssinie en 1868, etc. L'armée française fit également usage de la Photographie en Italie où il avait été question de créer un corps de photographes, puis au Mexique; mais on ne s'attachait toujours qu'à relever des vues plus ou moins intéressantes, sans les rattacher même aux cartes topographiques

Première mention de la Métrophotographie en Allemagne. — En 1865, M. Aimé Girard ayant publié dans le *Bulletin de la Société française de Photographie* et dans le *Journal des Débats* des articles sur mes travaux, les *Archives photographiques* de Berlin en avaient donné des extraits, et c'est seulement à partir de ce moment que l'État-Major prussien, à l'instigation d'un conducteur de travaux (*Bauführer*) qui est devenu successivement inspecteur (*Bau-Inspector*), puis conseiller des bâtiments (*Baurath*), le Dr Meydenbauer, commença à s'en occuper (1). Ses premières expériences furent entreprises en 1867 à Freiburg, en Silésie (2) et continuées en 1868 autour de Sarrelouis. Les renseignements officiels donnés sur ces deux tentatives prouvent que le promoteur opérait très lentement et très péniblement, ce qui avait amené l'État-Major prussien à conclure qu'il y avait lieu d'attendre encore avant d'appliquer la Photogrammétrie aux levers militaires (3).

La guerre de 1870 devint une occasion pour les Allemands de

---

existantes ou aux levers improvisés, sans les faire concourir à les corriger ou à les compléter.

Certains historiens citent encore les reconnaissances artistiques du colonel Langlois, en Crimée, après la signature de la paix, et vont jusqu'à dire qu'il a été *le premier à appliquer la Photographie au lever des plans*. Il y a là une confusion qui est due à l'inexpérience des narrateurs. Le colonel Langlois ne s'occupait pas du tout du plan du siège de Sébastopol, exécuté avec le plus grand soin par les officiers du Génie, sous la direction du général Niel; il était allé simplement prendre des vues caractéristiques de l'aspect du pays, chercher des effets pittoresques pour l'exécution du panorama qu'il préparait de ce siège célèbre.

(1) *Voyez* le Mémoire intitulé : *Neue Constructionen der Perspective und Photogrammetrie*, von GUIDO HAUCK (Sonder Abdruck aus Heft I Bd 95, des *Journals für die Reine und angewandte Mathematik* von L. Kronecker und K. Weierstrass. S. 6).

(2) Cette date est importante à préciser, car si la plupart des auteurs allemands reconnaissent loyalement l'antériorité de nos publications qui renferment l'exposé complet de la méthode, l'un d'eux, le Dr Stolze, a cherché, à plusieurs reprises, à faire passer Meydenbauer pour l'inventeur de la Métrophotographie (*der Erfinder der Photogrammetrie*); mais il lui a échappé cependant de convenir que son patron était venu à Paris en 1867 et qu'il y avait vu à l'Exposition universelle le plan de Faverges exécuté naturellement avant les premiers essais de celui-ci.

(3) *Die Anwendung der Photographie zu militärischen Zwecken* bearbeitet von KIESLING, Premier Lieutenant a. D. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1896. Seite 23.

voir si l'on n'en devrait pas tirer parti dans les sièges; dès le 1er septembre, un détachement de photographie de campagne était formé et placé sous les ordres du capitaine du Génie Buchardi qui avait assisté aux expériences de Meydenbauer à

Fig. 16.



Freiburg et à Sarrelouis. Ce détachement était composé d'un officier de réserve, M. Doergens, savant distingué et photographe exercé, de deux dessinateurs et en outre de trois autres photographes, dix pionniers, un soldat du train, des chevaux et deux abris, dont un pour la chambre noire. Il était destiné d'abord au siège de Strasbourg, et voici une vue de son installation devant cette place (*fig.* 16) et l'une des épreuves qui représente une partie de l'enceinte de la place forte (*fig.* 17).

La capitulation du 28 septembre rendait inutile la reconnaissance des fortifications pour l'avancement du siège, et

cependant on exécuta celle des fronts d'attaque et des travaux de défense, du bastion 8 au bastion 12. Jusqu'au 8 oc-

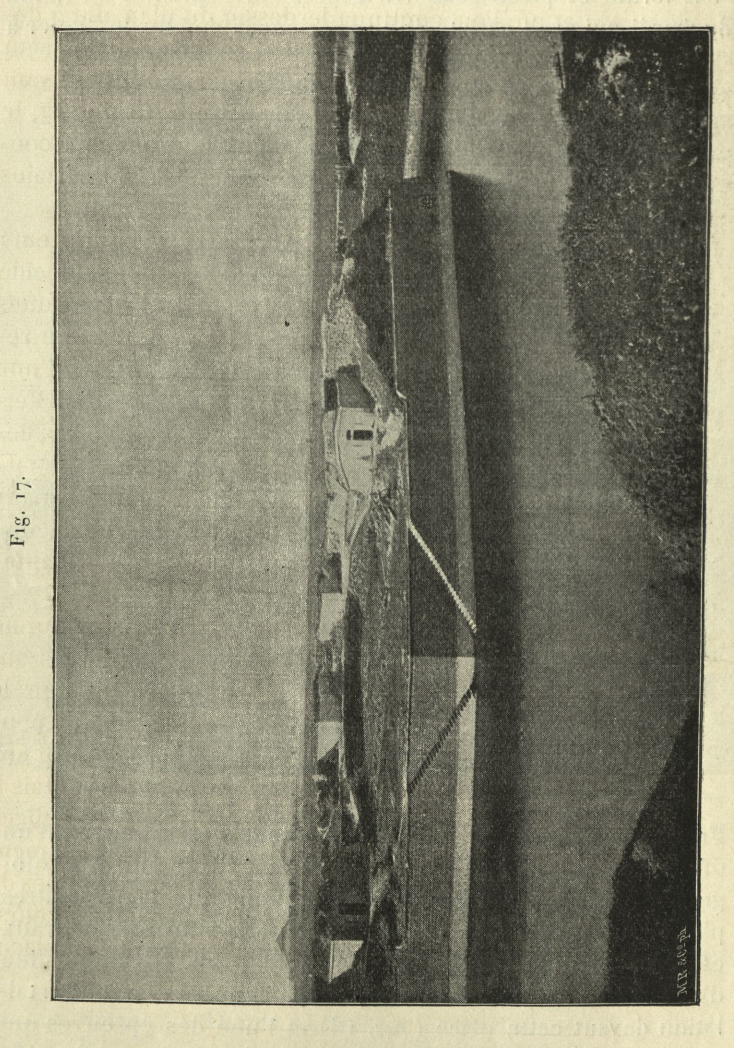


Fig. 17.

tobre on prit des vues de dix-sept stations trigonométriques, sur des plaques de 12po × 12po, puis on commença la construction du plan à l'échelle $\frac{1}{2500}$.

Le 18 octobre, le détachement reçut l'ordre de se diriger sur Paris, mais il séjourna pendant six semaines à Crouttes, près de Nanteuil, où des épreuves des vues de Strasbourg furent tirées, et où l'on continua le dessin du plan. Le 5 décembre il arriva à Versailles; l'officier général qui le reçut parlait de le dissoudre; mais le prince royal de Prusse, ayant eu connaissance de ce qui avait été fait devant Strasbourg, le fit maintenir, et l'ordre lui fut donné de faire diverses reconnaissances des forts, des ouvrages avancés, et de certains édifices remarquables de Paris.

La saison étant très défavorable, les travaux s'en ressentirent; cependant on obtint cent vingt-trois épreuves, et il fut décidé qu'avec celles du plan de Strasbourg, elles seraient reproduites par Obernetter, de Munich, et réunies en un album. Une réduction photographique à l'échelle de $\frac{1}{12500}$ du plan d'une partie de l'enceinte de Strasbourg qui avait été achevée à Versailles, le 3 février, fut jointe à cet album et le tout remis à des personnages considérables de l'armée allemande, tels que de Moltke, de Roon, de Blumenthal, de Kamecke, ainsi qu'aux officiers russes colonel Wahlberg et de Meldwitsky, capitaine du Génie ([1]). Tous en furent frappés et témoignèrent hautement leur intérêt pour la méthode.

Je suis entré dans ces détails à propos d'événements qui ne sauraient être oubliés, et je pourrais ajouter, d'après les auteurs allemands qui paraissent les mieux informés, que la Métrophotographie est surtout employée officiellement pour les restitutions de plans des monuments dont je vous ai entretenus, dans l'Institut dirigé par le Dr Meydenbauer. Mais il y a bien des motifs de supposer qu'elle n'est pas négligée dans l'armée, et le professeur Vogel ayant signalé notamment l'utilité indiscutable pour les navigateurs des photographies de côtes plus exactes que les vues relevées par des dessinateurs, depuis 1881 la marine allemande s'est attachée à remplacer ces vues par des photographies.

([1]) Dr R. Doergens, *Ueber Photogrammetrie und über der Thäthigkeit des Feld-Photographie Detachements im Kriege* 1870-71, Weimar, S. 14, 1897.

D'un autre côté, plusieurs explorateurs ont fait usage de la Métrophotographie et divers savants distingués en ont étendu les applications à la Météorologie, à la Géographie, etc. Pour les explorateurs, voici, par exemple, 1° le plan de l'oasis Gassr-Dachel, dans le désert de Libye, reconnu photographiquement pendant l'expédition de Rohlf dans l'hiver de 1873-1874, par le savant géomètre Jordan et l'opérateur Rémélé, et 2° le plan des ruines de Persépolis, d'après les vues prises par le Dr Stolze, attaché en 1874 et 1875 à l'expédition archéologique et épigraphique de F.-C. Andreas. Si vous voulez bien vous rappeler les plans que j'ai projetés, pris parmi ceux de la brigade Javary, vous n'hésiterez sûrement pas à reconnaître que les derniers, quoique construits dix ans plus tard, sont encore loin de les égaler. Je pourrais même vous demander de les comparer avec le petit plan de Buc de 1861, et, à la rigueur, avec la première reconnaissance du Mont-Valérien qui remonte à 1850, vous constateriez que le but proposé avait été atteint si complètement dès l'origine, que les nouveaux adeptes n'avaient eu qu'à suivre nos errements.

Je suis bien obligé maintenant d'avouer que, juste au moment où les Allemands venaient d'appliquer notre méthode pendant la guerre, avec un succès relatif, malgré l'avance que nous avions sur eux et sur tous les autres, une mesure demeurée inexplicable, en dépit des prétextes dont on a essayé de la justifier, supprimait en 1871 la petite brigade Javary-Galibardy qui avait si parfaitement réussi, en opérant d'ailleurs avec la plus stricte économie et en ne cessant de faire des progrès brusquement, pour ne pas dire brutalement interrompus.

Vous comprendrez qu'en faisant devant vous l'histoire de la Métrophotographie, il ne m'était pas possible de passer sous silence un fait aussi grave qui a été très diversement interprété à l'étranger, où les plus bienveillants supposaient que nous avions peut-être voulu opérer à de trop grandes échelles, parce que, d'ailleurs, nos cartes à de plus petites échelles existaient déjà. J'ai répondu, dans d'autres circonstances, à cette supposition et je maintiens que, toutes les fois que l'on opère dans des contrées suffisamment accidentées, la Photo-

graphie conserve de grands avantages *à toutes les échelles*. Dans nos expériences, celles-ci ont varié depuis $\frac{1}{1000}$ jusqu'à $\frac{1}{20000}$, et nous avons toujours eu la satisfaction de constater que le temps économisé était considérable comparé à celui qu'exigent les anciennes méthodes. Les affirmations contraires de ceux qui, ayant un parti pris, n'ont jamais fait l'effort nécessaire pour se familiariser sérieusement avec la méthode photographique, laquelle constitue un art accessible à tout dessinateur intelligent, mais qui exige comme tout autre un apprentissage, ces affirmations, dis-je, sont sans fondements, et n'ont servi, en définitive, qu'à faire naître l'hésitation dans l'esprit de la génération nouvelle qui, mieux informée, saura s'affranchir des préjugés d'un autre âge.

En 1875, la Métrophotographie faisait son apparition en Italie sous le nom de *Phototopographie*. Un jeune officier, M. Manzi Michele, entreprenait spontanément quelques expériences aussitôt contrecarrées par les topographes officiels, toujours et uniquement à cause de leur nouveauté. Heureusement, en 1878, un officier supérieur de mérite, le colonel, depuis général Ferrero, placé à la tête de l'Institut géographique, les faisait reprendre et trouvait dans la personne de M. Paganini Pio un ingénieur-géographe capable de les mener à bien. J'aurais pu apporter ici une série de Cartes topographiques aux échelles de $\frac{1}{25000}$ et de $\frac{1}{50000}$ de différentes régions des Alpes levées depuis vingt ans par cet habile opérateur; mais j'ai cru devoir me contenter de vous en montrer le premier spécimen qui remonte à 1878, le lever des carrières de marbre de Colonnata (Carrare) à l'échelle de $\frac{1}{25000}$, avec des courbes de niveau de 5^m en 5^m, qui a suffi pour déterminer l'État-Major italien à adopter la méthode, sans cependant lui donner le développement qu'elle mériterait de recevoir.

En Autriche-Hongrie, on n'a commencé que vers 1887 à utiliser la Métrophotographie, mais, après quelques hésitations, les progrès y ont été rapides et le nombre des personnes indépendantes, puis des fonctionnaires, ingénieurs civils et militaires, agents forestiers, marins, professeurs, etc., qui s'en occupent est devenu considérable. L'un de ceux qui ont le plus contribué à déterminer cette véritable explosion est un inspec-

teur des chemins de fer de l'État autrichien, M. Wincenz Pollack, dont le photothéodolite a figuré à l'Exposition internationale de Photographie organisée au Champ-de-Mars, à Paris, en 1892. Voici une petite carte topographique sur laquelle est tracé un projet de chemin de fer à crémaillères et l'une des vues qui ont servi à la construire, dont je dois la communication à l'auteur ([1]).

Je pourrais citer encore exceptionnellement les premières études relatives au projet de chemin de fer de la Jungfrau effectuées par le savant allemand Koppe dont il sera question plus loin. D'autres essais avaient été faits en Suisse et dans la même région vers 1889 et présentaient un véritable intérêt. Ceux qui ont été entrepris plus récemment ailleurs par le Bureau topographique fédéral ont donné des résultats plutôt médiocres, car l'ingénieur qui en était chargé, M. Rosemund, a conclu que le procédé ne présentait aucun avantage sur celui de la planchette, ce qui tient sûrement à ce que cet opérateur, très expérimenté d'ailleurs, n'est pas encore familiarisé avec la méthode photographique particulièrement applicable aux contrées montagneuses comme la Suisse. Dans les différents autres pays où la Métrophotographie a pénétré, elle a généralement triomphé des préjugés des topographes officiels, mais nulle part on n'est parvenu à des résultats aussi importants qu'au Canada où le très distingué M. E. Deville, arpenteur général, a eu le mérite, en sa qualité de chef de service, de prendre l'initiative d'introduire l'art nouveau en contribuant personnellement à l'enseigner et à le perfectionner.

C'est en 1888 que fut entrepris, sous sa direction, dans les Montagnes Rocheuses, le lever d'une large zone de terrain le long du chemin de fer Pacifique Canadien. Une triangulation

---

([1]) Il faudrait consacrer tout un chapitre aux travaux métrophotographiques entrepris en Autriche-Hongrie où, indépendamment de la topographie des hautes montagnes et des pays forestiers, on a étudié les phénomènes glaciaires depuis 1888 jusque dans ces dernières années. Il faudrait également mentionner l'emploi de la Photographie en 1896 à l'occasion de l'expédition scientifique du vaisseau de guerre *Pola* dans la mer Rouge où plusieurs ports ont été reconnus et leurs plans reconstruits à l'Institut impérial-royal géographique de Vienne.

très soignée était effectuée, d'abord par M. Drewry, qui choisissait avec beaucoup de sagacité et malgré les plus grandes difficultés les sommets d'où l'on découvrait le mieux le terrain dans toute son étendue, puis un très habile opérateur topographe, M. Mac Arthur, venait ensuite se placer à ces différents sommets et y prendre d'excellentes photographies avec un appareil muni de niveaux et de vis de calage, mais très simple et très portatif, dont l'objectif avait une distance focale de $0^{m},141$. En doublant ces photographies et, par conséquent, leur distance focale, on se trouvait dans les conditions que nous avons reconnues comme étant les meilleures.

De 1880 à 1892, 5200^{kmq} avaient été ainsi levés par une seule brigade composée d'un ingénieur, d'un aide et de deux porteurs, dont un cuisinier.

En 1893, la question de la délimitation de l'Alaska, que les États-Unis ont acheté à la Russie, et de la Colombie britannique, qui est une dépendance de la Puissance du Canada, procurait à M. Deville l'occasion de démontrer péremptoirement la supériorité de la méthode photographique sur toutes les autres, dans les circonstances précisément les plus difficiles.

Jusqu'alors, parmi les ingénieurs américains, ni ceux du *Geological and topographical Survey* ni ceux du *Coast and geodetic Survey* n'avaient voulu consentir à utiliser la Photographie dans la construction de leurs cartes. Les premiers se contentaient de s'en servir, avec une rare habileté d'ailleurs, pour illustrer leurs études géologiques. A l'occasion d'un voyage aux États-Unis en 1886, j'ai eu l'honneur de recevoir des mains de l'illustre major Powell, directeur de ce service, une collection admirable de vues prises dans les Montagnes Rocheuses, le Colorado, le Yellowstone, etc.; alors qu'il eût été si naturel et si facile d'en tirer parti pour l'exécution de la Carte topographique, on continuait à employer péniblement la planchette en perdant un temps considérable avec tous les matériaux nécessaires entre les mains pour se passer de cet instrument.

Or, quand il en fallut venir à opérer dans l'Alaska, à de hautes latitudes et à des altitudes de plusieurs milliers de pieds et même de milliers de mètres, dans les glaciers, sous

la menace continuelle des tempêtes de neige, des fumées des feux de forêts et du brouillard, on ne tarda pas à reconnaître l'impossibilité absolue de recourir aux méthodes classiques qui devenaient enfantines et, tandis que les ingénieurs américains ne savaient plus à quels saints se vouer, les huit brigades photographiques organisées, improvisées, doit-on dire, par M. Mac Arthur, profitant des moindres éclaircies, enregistraient rapidement les éléments de la Carte immense dont une grande partie se trouve déjà rapportée depuis 1895-1896 sur la feuille que j'ai exposée ici.

Quelques jeunes ingénieurs américains, désormais convaincus, obtinrent de leurs chefs l'autorisation d'aller à Ottawa s'exercer et se mettre au courant des détails de la méthode qui n'était pas entièrement inconnue à l'École militaire de West-Point, mais n'y avait jamais été pratiquée avec suite et n'avait donné encore aucun résultat utile.

Je fais passer sous vos yeux une série de panoramas pris dans les glaciers de l'Alaska, dont un seul, celui de Muir, couvre une surface sans doute supérieure à celle de tous les glaciers des Alpes réunis. Une partie de ces photographies me vient de l'arpenteur général M. E. Deville; plusieurs autres m'ont été adressées par M. Flemer, de la marine des États-Unis, attaché au Coast and geodetic Survey ([1]). De nouvelles et importantes applications de la Photographie à l'étude du terrain viennent encore d'être faites récemment, toujours avec le même succès sous l'inspiration de M. Deville. J'ai apporté ici les deux cartes à l'échelle de $\frac{1}{80000}$ que j'ai reçues, il y a deux mois, d'Ottawa et dont la première représente un district étendu du pied des Montagnes Rocheuses, à la latitude moyenne de 50°, où il s'agissait d'aménager les eaux que des pluies torrentielles rendent souvent dévastatrices, en construisant des digues ou en créant des réservoirs d'où elles seront dirigées par des canaux d'irrigation sur une surface de 350000 hectares environ.

([1]) Cet intelligent et savant officier a récemment publié un travail très étendu sous le titre : *Topography. Photo-topographic methods and instruments,* by J. A. FLEMER, assistant to the U. S. Coast and geodetic Survey. Washington, 1898.

Comme dans les Montagnes Rocheuses elles-mêmes, on a procédé à des triangulations dont les sommets sont à la fois des repères pour la planimétrie et pour le nivellement, puis de nombreuses photographies ont été prises de ces sommets comme stations et d'autres points rattachés à ces sommets et choisis de manière à bien découvrir les fonds de vallées. Vous pourrez examiner d'une part la feuille de la triangulation et de l'autre la carte sur laquelle le relief du terrain déduit de deux cents à trois cents photographies est figuré par des sections horizontales espacées verticalement de 200 pieds en 200 pieds environ. Ce beau travail, qui est accompagné d'un atlas de détails, est l'œuvre de l'arpenteur chef de brigade M. Wheeler.

La seconde carte se rapporte à la région beaucoup plus boréale du Pays de l'Or; elle contient l'origine des trois routes qui, du nord du canal de Lynn, sur la côte de l'Alaska, dans le Pacifique, se dirigent vers le Klondike par Dalton, la passe de Chilkoot, en partant de Dyea, et la White Pass, en partant de Skagway.

C'est encore M. Mac Arthur, l'habile collaborateur de M. E. Deville, qui a construit la plus grande partie de cette carte au moyen des photographies qu'il a prises lui-même et parmi lesquelles celle que je vais projeter et qui montre le chemin, le calvaire pourrait-on dire, suivi par la file des futurs chercheurs d'or pour atteindre le col de Chilkoot.

Tout en haut de la même feuille, il y a une autre carte également à l'échelle de $\frac{1}{80000}$ qui est celle du Pays de l'Or proprement dit, par 64° de latitude nord, sur le Yukon et son affluent le Klondike, avec les deux ravins ou *creeks* explorés de la Bonanza et de l'Eldorado.

Cette carte, qui comprend une superficie de 25000 hectares, la ville nouvelle de Dawson et tous les placers, a été dessinée à Ottawa par M. E. Deville, à l'aide de seize photographies formant les trois panoramas que j'ai mis également sous vos yeux. Les photographies ont été prises dans des conditions assez peu favorables par M. Ogilvie, l'arpenteur chargé du tracé des concessions, actuellement gouverneur du Klondike, de trois points culminants, aux altitudes de 875^{m}, 1128^{m} et 1051^{m}.

Cette restitution, faite par une personne qui n'a pas vu le pays et d'après des documents aussi peu nombreux, est un véritable tour de force qui témoigne à la fois du talent de son auteur et des ressources d'une méthode qui se prête à de telles interprétations.

J'ai sans doute déjà donné assez de preuves de la popularité dont jouit la Métrophotographie dans plusieurs grands pays de l'Europe et de l'Amérique du Nord, et je pourrais ajouter à ceux que j'ai cités, l'Espagne, le Portugal, la Grèce, la Roumanie, la Russie, dont les ingénieurs doivent opérer actuellement dans la Mandchourie, la Suède, à propos d'une mesure de degrés au Spitzberg, le Brésil, le Chili et jusqu'à la Nouvelle-Galles du Sud.

Je ne saurais d'ailleurs omettre de constater que bon nombre de nos compatriotes, voyageurs, explorateurs, ingénieurs, officiers de diverses armes, ont repris la tradition et cherché à perfectionner la méthode et les instruments, ainsi le Dr Gustave Le Bon, le commandant Legros, l'explorateur Rousson, l'ingénieur Monet, etc. Mais, n'ayant pas le temps d'insister sur leurs travaux, je me contenterai de dire que deux opérateurs entrés récemment en scène, MM. Joseph et Henri Vallot, ont entrepris la carte du Mont Blanc à l'échelle de $\frac{1}{20000}$, qu'ils l'exécutent avec un art et un soin extrêmes, et aucun de ceux qui connaissent l'habileté et la persévérance du savant Directeur de l'observatoire météorologique du Mont Blanc ne doutera du succès de cette grande expérience.

Je constaterai encore, avant de terminer, que le nombre des Ouvrages publiés sur la Métrophotographie en français, en allemand, en italien, en anglais, en espagnol, en portugais, etc., est dès aujourd'hui tellement considérable que la bibliographie qu'a cherché à en faire le professeur Dolezal, de Vienne, laquelle comprend plus de cent numéros, est loin d'être complète (1). Les modèles de *photothéodolites*, *photogrammètres*, *phototachéomètres*, etc. seraient aussi difficiles à énumérer, et,

---

(1) Ed. Dolezal, *Die Anwendung der Photographie in der praktischen Messkunst*. Halle a. s. S. 107-114, 1896.

ne pouvant pas vous les décrire, je vous en montrerai par projection une douzaine des plus répandus ([1]).

Enfin je vais essayer, tout en regrettant de ne pouvoir pas m'y arrêter davantage, de vous donner une idée des problèmes nouveaux qui se sont présentés dans la pratique de la Métrophotographie et qui ont été résolus souvent très heureusement par différents auteurs.

Ainsi, M. Guido Hauck, de Charlottenburg, après avoir fait une théorie générale très ingénieuse (*Theorie der trilinearen Verwandtschaft ebener Systeme*) qui lie trois projections planes dont deux peuvent être orthogonales et la troisième centrale (objet de la Perspective), ou bien deux centrales et la troisième orthogonale (objet de la Métrophotographie), a réalisé un instrument au moyen duquel, étant donnés le plan et l'élévation d'un édifice, on parvient à en tracer mécaniquement la perspective, problème que M. Ritter et d'autres avaient résolu à peu près dans le même temps en construisant des instruments analogues sous le nom de *perspectographes* ([2]).

Le Dr Steiner, de Prague, entre autres sujets intéressants qui abondent dans son Livre ([3]), a traité un *problème* qu'il a qualifié *des cinq points* et qui a pour objet, étant donnés le plan d'une ville et une photographie d'une partie quelconque de cette ville, de retrouver sur le plan la station d'où la photographie a été prise, ce qui permet de déterminer les cotes de nivellement de tous les points reconnaissables. Au lieu des deux segments capables des circonférences de cercle du *problème des trois points*, dit *de Pothenot*, le Dr Steiner a montré que l'on devait recourir, dans ce cas, à la Géométrie

---

([1]) Rien que dans le Chapitre II du même Ouvrage de M. Dolezal, on trouverait la description et les figures de vingt instruments métrophotographiques construits pour la plupart à Vienne.

([2]) GUIDO HAUCK, *Theorie der trilinearen Verwandtschaft ebener Systeme.* (Bde 95-97 des *Journals für die reine und angewandte Mathematik*). — *Mein perspectivischer Apparat.* Berlin, Reichsdruckerei. 1884.

([3]) Dip. Ing. FRIEDRICH STEINER, *Die Photographie im Dienste des Ingenieurs.* Wien, 1893.

supérieure (propriétés projectives des figures) et employer deux sections coniques.

Dans son excellent Traité du Lever des plans par la Photographie (*Photographic Surveying*) M. E. Deville a indiqué des moyens mécaniques ingénieux pour accélérer la construction des plans et d'autres simplement graphiques tirés de la perspective pour le tracé des courbes de niveau, dans le cas surtout de profils apparents du terrain sensiblement compris dans un même plan vertical.

En France, nous avions déjà employé, M. Javary et moi, des procédés expéditifs d'une grande simplicité, pour rapporter les points sur le plan et pour calculer leurs cotes de nivellement. M. l'ingénieur Monet a imaginé, pour ce dernier objet, des *règles hypsométriques*, et en Autriche, le professeur Dolezal a proposé des systèmes analogues à ceux de MM. Deville et Monet, sous les noms de *coordinatographe*, d'*appareil de construction*, de *règles à coulisse pour les hauteurs*, dans le même but, c'est-à-dire pour rapporter les points sur le plan d'une part, et de l'autre pour déterminer rapidement les différences de niveau.

On signale même une tentative de l'enseigne de vaisseau autrichien Theodor Scheimpflug, fondée sur la loi de réciprocité qui existe entre les objets originaux et leurs images, en vertu de laquelle la reconstitution des plans et de leurs reliefs pourrait être obtenue à l'aide de la lumière seule. Il y a lieu d'attendre le résultat des recherches poursuivies par ce jeune savant avant de se prononcer sur leur valeur.

En ce qui concerne le perfectionnement des instruments déjà en usage, je signalerai l'idée venue à la fois à plusieurs habiles opérateurs, Schell et Finsterwalder en Allemagne et Paganini Pio en Italie, de supprimer la lunette auxiliaire employée à effectuer les mesures angulaires, et de se servir de l'objectif photographique en disposant un oculaire de Ramsden à la partie postérieure de la chambre, en son milieu [1].

---

[1] *Voyez*, pour plusieurs de ces derniers renseignements et pour d'autres encore, la Notice du professeur Dolezal intitulée : *Arbeiten und Fort-*

D'autres ont pensé à substituer à la boussole ordinaire ou au déclinatoire qui accompagne souvent l'appareil, une boussole à disque mobile comme celles de Kater ou de Burnier, disposée à la partie inférieure de la chambre noire. L'un des inventeurs, l'avocat anglais M. Bridge's Lee a réalisé cette idée d'une manière tout à fait satisfaisante dans le modèle que je vous présente en même temps que les épreuves sur lesquelles se trouvent photographiées les divisions du limbe de la boussole voisines de la plaque, lequel limbe est en celluloïd et par conséquent transparent, ce qui explique le résultat obtenu. Vous pouvez voir aussi une échelle photographiée de même sur toute la largeur de chaque épreuve destinée à accuser les contractions ou les dilatations.

Le problème de la *restitution du plan du terrain d'après des photographies obtenues sur des tableaux inclinés à l'horizon* a été résolu par plusieurs personnes. La solution que nous en avons donnée nous-même permet d'utiliser les vues prises de stations aériennes, en ballon ou à l'aide d'un cerf-volant, lesquelles n'ont pas besoin d'être reliées entre elles, comme on relie habituellement et nécessairement les stations terrestres.

Dans un autre ordre d'idées, car la Métrophotographie peut s'étendre à tout ce que nous révèle la lumière, le Dr Koppe, de Brunswick, dont je vous ai déjà entretenu à propos de ses études du projet de chemin de fer de la Jungfrau, a montré tout le parti que l'on pouvait tirer de la Photographie pour mesurer la hauteur des nuages, la direction et la vitesse de leurs mouvements (1). Il a fait construire, à cet effet, un photothéodolite universel qui est un instrument très perfectionné applicable encore à d'autres usages.

Ce problème de Métrophotographie atmosphérique est peut-

---

schritte auf dem Gebiete der Photogrammetrie in den Jahren 1894 *bis incl.* 1896, dans l'*Annuaire* de Eder pour 1898.

(1) Dr Carl Koppe, *Die Photographie oder Bildmesskunst.* Weimar, 1889. — Dr Carl Koppe. *Photogrammetrie und internationale Wolkenmessung.* Braunschweig, 1896.

être d'ailleurs l'un des plus anciens que l'on ait abordés, car Pouillet s'en était occupé, d'après les souvenirs de M. Davanne, alors même que l'on était réduit à la plaque daguerrienne, mais nous ignorons les résultats auxquels il était parvenu. La question a été reprise en 1878 à Kew par le lieutenant-général R. Strachey et le surintendant de l'Observatoire Whipple, puis abandonnée à la mort de ce dernier, et enfin remise en honneur par l'astronome berlinois Jesse, en 1889 et 1890 ([1]). C'est même ce qui décida le Dr C. Koppe à publier plus tôt qu'il ne se l'était proposé le second Ouvrage cité en note, dans lequel il montre aussi que l'on peut obtenir pour la mesure des angles en Astronomie et en Géodésie la même exactitude que celle donnée par l'observation directe; enfin il en conclut que l'on devrait employer la Photographie

---

([1]) O. Jesse, *Untersuchungen über die sogennanten leuchtenden Wolken* (*Sitzungsber. der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1890 *und* 1891). J'extrais à ce sujet le passage suivant d'une très intéressante Notice du professeur Dolezal, publiée dans le *Jahrbüch für Photographie, etc., für das Jahr* 1897 : « Jesse, pendant les deux années 1889 et 1890, avec l'appui de l'Académie des Sciences de Berlin, dans les deux stations de *Steglitz* et *Nauen* éloignées de 35km et correspondant entre elles, fit des opérations photogrammétriques. Il parvint à fixer la hauteur des *nuages lumineux* à 82km ou 83km, leur vitesse maxima à 300m par seconde et leur direction principale de l'Est à l'Ouest, le tout avec une bonne concordance. La distance entre les diverses bandes successives fut évaluée à 9km avec une exactitude suffisante. On avait ainsi la preuve la plus claire de l'aptitude de la Photogrammétrie à résoudre les problèmes les plus difficiles de notre atmosphère qu'il eût été à peu près impossible d'aborder par un autre moyen. » Ce travail de Jesse fit époque, et à la suite d'une conférence internationale des météorologistes à Berlin en 1891, l'étude des nuages par la Métrophotographie devint générale. En France, M. Léon Teisserenc de Bort, du Bureau central météorologique, s'est dévoué à ces recherches, et en collaboration avec MM. Hildebrandson, directeur de l'Observatoire d'Upsala, et Puggenbach, il a fait paraître en 1896 un *Atlas international des nuages*. La même année, il publiait un Mémoire remarquable intitulé : *Mesure des hauteurs et des mouvements des nuages par la Photographie*. Signalons encore une autre intéressante publication française sur le même sujet : *La Photographie et l'étude des nuages*, par Jacques Boyer (Paris, Ch. Mendel, 1898). Enfin une excellente communication de même date faite à l'*Association australasienne pour l'avancement des Sciences*, par P. Baracchi, F.R.A.S., government astronomer, Melbourne le 11 janvier 1898 : *Cloud observations in Victoria*, dans laquelle l'année 1897 est qualifiée comme en Europe, *l'année des nuages*, et qui, comme les publications précédentes, est accompagnée d'épreuves de nuages et de descriptions d'instruments appropriés aux recherches dont il s'agit.

pour déterminer les positions géographiques (longitudes et latitudes). Mais là encore, il avait eu des prédécesseurs. Il me suffira, pour vous en convaincre, de vous renvoyer aux deux Ouvrages suivants de l'astronome Runge, de Hanovre : *Sur la détermination des longitudes géographiques au moyen de la Photographie* (*Ueber die Bestimmung der geographischen Länge auf photographischen Wege* in *Zeitschr. für verm. Jahrgang* 1893. Bd. XXII) et du Dr Schlichter, à Londres : *Nouvelle étude de précision pour la détermination des longitudes géographiques sur la terre ferme* (*Eine neue präcision Methode zur Bestimmung geographischen Länge auf dem Justen Lände, in Verhandlungen des X Deutschen geographentages*. Berlin, 1893) [1].

Les auteurs allemands n'hésitent pas non plus à faire rentrer dans la Métrophotographie l'enregistrement des phénomènes célestes en général, en se fondant sur ce que ce sont toujours des mesures que l'on opère sur les épreuves du Soleil, de la Lune, des planètes, des comètes, des nébuleuses et sur celles de la Carte céleste entreprise par les grands observatoires.

Peut-être me permettrez-vous d'appeler un instant votre attention sur l'appareil que je mets sous vos yeux et qui est composé d'une lunette fixée horizontalement sur un pilier avec une chambre noire adaptée à l'oculaire, d'un héliostat et d'un cercle méridien. C'est celui qui m'a servi, en collaboration avec Aimé Girard, à photographier les phases de l'éclipse totale de Soleil du 18 juillet, à Batna, et je me crois

---

(1) Le photothéodolite de Koppe, indépendamment de la chambre noire montée sur un axe horizontal comme dans le théodolite à lunette centrale, comporte une lunette latérale dont l'axe optique, rendu parallèle à celui de l'objectif photographique, sert à l'opérateur à se rendre compte de la position des images sur la plaque sensible, à la guider et à la maintenir à l'aide de rappels.

Des observations contemporaines faites à Brunswick et à Potsdam sur la Lune et sur une étoile voisine, le 7 mai 1895, avec le photothéodolite d'un côté, et de l'autre par les observations directes ordinaires, ont donné les résultats les plus concordants. Plus récemment, la méthode photographique pour la détermination des positions géographiques à terre a été proposée de nouveau en Angleterre par M. Bridge's Lee dont le nom vous est déjà connu.

autorisé à affirmer que c'est le premier qui ait procuré des épreuves sur lesquelles on pouvait opérer des mesures d'une extrême précision pour les orienter à l'aide du calcul. Il a été employé depuis à l'observation des passages de Vénus sur le Soleil, a pris différents noms, a été attribué à d'autres inventeurs; vous le reverrez à l'Exposition sous des dimensions colossales et sous le nom de *sidérostat*.

Après l'Astronomie, je pourrais encore citer l'*Océanographie* à certaines parties de laquelle le D[r] Thoulet, de la Faculté de Nancy, a proposé d'appliquer la Métrophotographie, puis la *Chronophotographie* dont l'un des créateurs, notre éminent et excellent collègue le D[r] Marey, nous a entretenu récemment et dans laquelle intervient un autre élément, le temps, puisqu'il s'agit de l'étude du mouvement.

Enfin, vous savez que, depuis la découverte de la Radiographie, les chirurgiens ont cherché à déterminer rigoureusement la position des projectiles dans l'épaisseur des membres et jusque dans la boîte cranienne et que plusieurs appareils ingénieux imaginés pour les y aider sont fondés sur l'obtention de deux images prises de points différents.

Je suis bien obligé de m'arrêter, et je m'excuse de vous avoir retenus si longtemps, mais il serait à peu près impossible de faire le tableau complet des applications de cette idée si naturelle de la Métrophotographie, c'est-à-dire de l'art de prendre des mesures sur des images photographiées.

Ainsi, j'ai laissé de côté tout ce qui concerne la *Microphotographie* et la *Téléphotographie* qui a été précédée de la *Télémétrographie* à l'aide de la chambre claire, dont les applications à l'art des reconnaissances faites à de grandes distances sont si importantes, comme il nous a été donné de le constater douloureusement pendant le siège de Paris.

Je ne saurais terminer, Messieurs et chers Collègues, sans vous remercier de votre bienveillante attention et des marques d'intérêt que vous n'avez cessé de me témoigner depuis plus d'un tiers de siècle — je m'adresse en ce moment aux anciens de la Société — en me décernant dès 1865 l'une de vos premières grandes médailles, *pour le lever des plans par la*

Photographie, et encore tout récemment — je m'adresse maintenant à tous les Membres présents — en me désignant, en 1897, pour recevoir la médaille Peligot.

Quand j'ai accepté de faire cette conférence, j'avais sûrement l'arrière-pensée de saisir l'occasion de vous en exprimer ma reconnaissance, mais laissez-moi vous dire que je désirais aussi en profiter pour appeler une fois de plus l'attention des opérateurs, professionnels et amateurs, celle des architectes, des ingénieurs, des militaires, des géologues, des explorateurs sur terre et sur mer, enfin celle des constructeurs d'appareils, sur la part que chacun d'eux peut prendre, s'ils le veulent bien, au développement d'un art né en France et cependant cultivé ailleurs, j'ai bien été obligé d'en convenir, avec plus de suite et de profit que chez nous.

Car il ne s'agit pas seulement, croyez-le bien, d'une question d'amour-propre, mais de sérieuses économies de temps et d'argent, en dépit des assertions contraires qui ne sont pas toujours désintéressées ni par conséquent très sincères. Il s'agit aussi d'ailleurs d'un retour très désirable à des traditions qui remontent à l'origine de la Topographie — l'association intime du paysage à l'art du topographe — qui ont atteint leur plus grand éclat au XVIIe et au XVIIIe siècle et qui n'ont jamais été entièrement abandonnées, puisque, dans le courant du siècle actuel, on trouve toujours des artistes attachés aux armées et aux missions scientifiques et géographiques.

Est-il besoin d'insister sur ce que, aujourd'hui, les illustrations par la Photographie remplacent partout, avec une écrasante supériorité, aussi bien comme nombre que comme exactitude, celles que l'on parvenait si péniblement à se procurer par le Dessin ou la Peinture, et comment les plus obstinés ne comprennent-ils pas que le rapprochement de ces images parfaites et de la carte s'impose désormais avec toutes ses heureuses conséquences?

Que sera-ce quand, grâce aux procédés qui tendent à devenir usuels, les paysages photographiés avec leurs couleurs naturelles remplaceront les tableaux les mieux exécutés toujours nécessairement incomplets et qui coûtent si cher qu'on est bien obligé d'en restreindre le nombre?

Je ne crains donc pas de me compromettre en prédisant que toutes les résistances des retardataires seront vaines et qu'elles sont à la veille de s'évanouir chez nous comme elles se sont déjà évanouies dans d'autres pays où elles s'étaient d'abord manifestées avec autant de force ([1]).

Il en sera d'elles comme du dédain, des sarcasmes même dont les artistes ont accablé, au début, les images daguerriennes dont ils sont aujourd'hui si heureux de se servir. Il y a plus d'ailleurs, et ne savons-nous pas qu'ici même, au sein de notre Société, se trouvent des opérateurs si habiles que rien qu'avec leur appareil ils sont parvenus à produire de véritables œuvres d'art?

En résumé, et je suis sûr de n'être contredit par personne, la Photographie est devenue l'un des plus précieux, des plus merveilleux auxiliaires de toutes les Sciences et de tous les Arts. C'est une mine inépuisable qu'il suffit de savoir mettre en valeur. Je me crois autorisé, en particulier, pour la branche dont je m'occupe depuis si longtemps, et avec l'expérience que j'ai acquise avec les années, à répéter aux incrédules, s'il en reste, ce que le bon La Fontaine faisait dire par le laboureur à ses enfants :

Travaillez, prenez de la peine,
C'est le fonds qui manque le moins.

([1]) Il y a déjà, comme nous l'avons dit, de nombreux symptômes de cette évolution, chez les indépendants, chez les explorateurs, dans les services publics, dans l'armée même. Un journal annonçait récemment l'exécution d'un *Panorama des Alpes* qui figurera à l'Exposition universelle de 1900, dans les termes suivants:

« Les officiers du 22e bataillon de chasseurs préparent, pour l'Exposition de 1900, un Panorama de la partie des Alpes qui s'étend entre le Mont Blanc et les Grandes-Rousses. Ce Panorama aura une longueur de 4^m et une hauteur de $0^m,50$. C'est l'agrandissement de cinq vues photographiques qui ont été prises sur un sommet haut de 3123^m. »

Il est bien probable que ce panorama relevé par des militaires ne sera pas le seul et que la Métrophotographie elle-même sera représentée dignement comme elle l'était déjà à l'Exposition de 1867.

27423. — Paris. Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

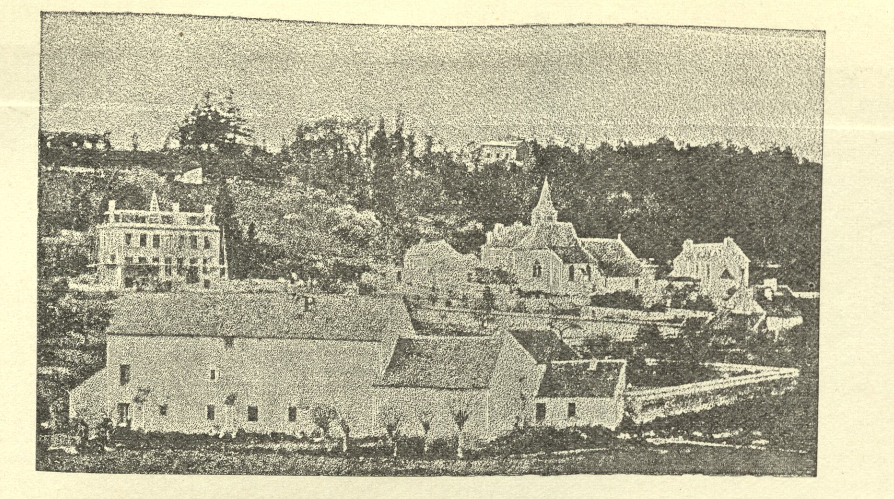


Restitution

du plan, de la façade et de l'élévation latérale libre de

Santa Maria delle Grazzie, à Milan.

ÉCHELLE 1/3 DE L'ORIGINAL



Vue prise de la station n° 1 du plan ci-dessous.

Plan du Village de Buc, près Versailles.

Levé en 1861 à l'aide de vues photographiées à l'échelle de $\frac{1}{2000}$ — Réduit à l'échelle de $\frac{1}{4000}$

Plan d'un village levé en 1861 à l'aide de la Photographie.